



TREBALL FINAL DE MÀSTER



ESCOLA
POLITÈCNICA SUPERIOR
UNIVERSITAT DE LLEIDA
INSPIRING THE FUTURE

Estudiant: Sergi Berga Llovera

Titulació: Màster en Enginyeria Industrial

Títol de Treball Final de Màster: Aplicació de la Indústria 4.0 al sector de la logística.

Director/a: Jose Vicente Marin Vitalla

Presentació

Mes: Juny

Any: 2020

TUTOR:

- **Tutor acadèmic:** Jose Vicente Marin Vitalla
Telèfon: 638-120503
e-mail: josevicente.marin@udl.cat

MOTIVACIÓ DEL PROJECTE

La indústria 4.0 està suposant un canvi substancial en les organitzacions i en la concepció de la cadena de subministrament dins de l'àrea de la logística. Sembla obvi apuntar que aquelles empreses que no centrin els seus esforços a dur a terme la transformació digital es quedaran enrere i, per tant, no seran competitives en un mercat cada vegada més interconnectat i globalitzat.

Per això, moltes són les empreses que investiguen i inverteixen recursos per a optimitzar els seus processos mitjançant la implantació de les tecnologies de la indústria 4.0. És vital que qualsevol treballador considerat qualificat tingui nocions del que està suposant i suposarà la transformació digital, ja que tot i que potser encara no l'ha experimentat en el seu entorn de treball, ho farà.

És important comprendre el potencial que porta la quarta revolució industrial que estem vivint, ja que no sols afectarà als processos de fabricació, sinó també a altres àrees com són la logística, medicina, seguretat, etc. Això vol dir que el seu abast és molt més ampli del que actualment coneixem. Podria arribar a transformar la societat, modificant la manera en la que fem les coses i afavorint les interaccions client-proveïdor.

Veure la gran importància que estan adquirint les tecnologies de la indústria 4.0 i la gran quantitat d'aplicacions que tenen en els diferents sectors, ja no sols en la indústria, m'han fet decantar cap a aquest tema a l'hora de realitzar el meu projecte.

Per tant, la principal font motivació del projecte és el coneixement i l'aplicació d'aquestes tecnologies. Saber per què i per a què s'utilitzen, en quines àrees i com poder explotar-les en el sector de la logística; conduir a les empreses cap a la logística 4.0, sent aquesta una logística moderna, digitalitzada i intel·ligent, que té com a objectiu integrar recursos logístics a través de les tecnologies de la comunicació i de la informàtica per a reduir costos i millorar els nivells de servei al client.

Aquest interès tant per la indústria 4.0, com per la logística, m'apareix durant una de les xerrades dutes a terme a la universitat sobre la digitalització de les empreses i en la visita realitzada al congrés "Advanced Factories" (Barcelona), al qual vam assistir tots els estudiants de 1r del Màster en Enginyeria Industrial. Va ser aquí on va començar a aparèixer el meu interès en el tema i per la qual cosa aquest document tracta sobre el tema en qüestió.

També m'agradaria esmentar que, en aquests mesos de pandèmia a causa del Coronavirus, ha quedat accentuada la necessitat d'uns sistemes logístics robustos i eficaços per totes les empreses que es dediquen a la entrega de productes, per tal de poder rebre a temps qualsevol tipus de producte que es demani. Aquesta ha estat una motivació extra a l'hora de realitzar aquest document.

1 | ÍNDEX GENERAL

1. ÍNDEX GENERAL

Part 1. Objectius i Metodologia	7
1.1 Objecte del projecte.....	7
1.2 Metodologia a utilitzar	8
Part 2. Indústria 4.0: La quarta revolució	10
2.1 Introducció	10
2.2 Revolucions industrials	12
2.3 Impacte de la Indústria 4.0	15
2.3.1 Nous reptes i desafiaments de la I4	16
2.3.2 Efectes de la transformació digital en la indústria	18
2.3.3 Indústria 4.0 a Espanya	19
2.4 Tecnologies de la Indústria 4.0	22
2.4.1 Big Data	22
2.4.2 Cloud Computing.....	26
2.4.3 Internet of Things (IoT)	28
2.4.4 Robòtica	31
2.4.5 Visió Artificial	34
2.4.6 Realitat Augmentada.....	36
2.4.7 Fabricació Additiva.....	38
Part 3. Introducció a la Logística.....	41
3.1 Introducció	41
3.2 Origen i evolució de la logística.....	44
3.3 Impacte de la logística al món.....	46
3.4 La cadena de subministrament	48

3.4.1. Definició	48
3.4.2. Etapes de decisió en una cadena de subministrament.....	50
3.4.3. Directrius en una cadena de subministrament	51
3.5 La logística i les TIC	53
3.6 La logística inversa	56
3.6.1. Definició	56
3.6.2. Logística inversa vs Logística directa.....	58
3.6.3. Logística inversa en la cadena de subministrament.....	59
Part 4. Aplicació de la I4 a la logística	62
4.1 Introducció	62
4.2 Big Data	65
4.3 Internet of Things (IoT)	70
4.4 RFID.....	74
4.5 Simulació.....	79
4.6 Robots intel·ligents	82
4.7 Machine Learning	86
4.7.1. Deep Learning.....	91
4.8 Drons	94
4.9 Blockchain.....	98
4.10 Realitat Augmentada.....	102
Part 5. Part Pràctica	106
Part 6. Conclusions	113
Part 7. Bibliografia	117

1

OBJECTIUS I METODOLOGIA

Part 1. Objectius i Metodologia

1.1 Objecte del projecte

El principal objectiu del present document és donar a conèixer quines són les principals aplicacions de les tecnologies que formen part de la indústria 4.0 en el sector logístic. Per tant, serà necessari conèixer: què és la indústria 4.0, quines són les seves tecnologies, que és la logística, quin va ser el seu origen, evolució i quins tipus de logística es troben instaurades en l'actualitat.

Moltes són les empreses líders en la incorporació de les tecnologies de la indústria 4.0 en els seus processos, però molt poques les que han aconseguit una transformació digital completa. Per això, es parla de quins són els nous desafiaments que presenta la indústria 4.0 i el perquè d'aquests.

Encara que són moltes les aplicacions de la I4, el present document es centra en l'àrea de la logística, en concret, en l'aplicació de les tecnologies de la indústria 4.0 en aquest sector. Intentant aconseguir així la optimització de les cadenes de subministrament, tenint com a resultat final, un sistema logístic informatitzat, digitalitzat i intel·ligent, capaç de treballar a temps real i realitzar anàlisis intel·ligents com el processament de dades emmagatzemades.

Finalment, es pretén realitzar un estudi de camp en les instal·lacions de diferents empreses logístiques de Catalunya per tal d'analitzar quines són i de quina forma estan implementades les tecnologies de la indústria 4.0. També es pretén realitzar un segon estudi sobre com implementar aquelles tecnologies de la I4 que encara no es troben instaurades, per tal de poder millorar l'eficiència i la qualitat de les operacions logístiques de les instal·lacions.

Aquest últim objectiu s'ha pogut realitzar però amb certes limitacions a causa de la pandèmia del coronavirus (COVID-19) que s'està vivint actualment, ja que degut a les noves mesures de seguretat implementades per la majoria d'empreses no han permès la visita de cap persona externa a l'empresa per tal d'evitar posar en perill qualsevol dels seus treballadors durant els mesos de confinament.

1.2 Metodologia a utilitzar

El present document consta de 7 capítols, estructurats per tal de incloure tota la informació necessària per assolir els objectius anteriorment marcats.

En el primer capítol (Part 1), s'exposen l'objecte del projecte i la metodologia utilitzada, és a dir, la estructura a seguir a l'hora de realitzar el projecte.

El segon capítol (Part 2) introdueix el concepte d'indústria 4.0: per què sorgeix, en quin context i quines són les seves ambicions i reptes en el paradigma actual de la indústria. A més, es detallen de manera esquemàtica les diferents tecnologies que conformen l'estructura elemental de la indústria 4.0.

El tercer capítol (Part 3) es centra en el concepte de la logística, com sorgeix i com ha evolucionat la seva conceptualització. No obstant això, també es comenten quines són les principals característiques de la cadena de subministrament, sent aquesta una part vital de la logística. També, s'exposen els diferents tipus de logística que es troben en l'actualitat, inclosa la logística inversa. Finalment, es presenta la logística basada en l'aplicació de les tecnologies de la informació i comunicació, constituint la base del que es denomina com Logística 4.0.

El quart capítol del document (Part 4) es focalitza en explicar i detallar les diferents tecnologies de la indústria 4.0 aplicades al sector de la logística. En primera instància, es comenta la base i fonament de la tecnologia i, posteriorment, s'exposen diferents casos pràctics aplicats en empreses que aposten per la inversió, desenvolupament i la implementació d'aquestes tecnologies en els seus processos logístics.

En el cinquè capítol (Part 5), es realitza l'explicació de les dues visites realitzades. La primera a l'empresa Logaritme (empresa de logística) i la segona a Andreu Ibáñez, per tal de conèixer de primera mà com són i com funcionen les Google Glass, per tal de poder-les implementar en qualsevol procés logístic.

Finalment, s'exposen les conclusions extretes de l'elaboració del document en qüestió, juntament amb la bibliografia consultada per a la seva redacció (Parts 6 i 7).

2 | INDÚSTRIA 4.0: LA QUARTA REVOLUCIÓ

Part 2. Indústria 4.0: La quarta revolució

En aquest capítol s'exposaran les principals tecnologies sobre les quals es sustenta la indústria 4.0. Però abans d'endinsar-nos en la matèria en qüestió, es descriurà què és la indústria 4.0, per què sorgeix i on sorgeix, quin és el context en el qual es desenvolupa i quina és la seva implicació en l'àmbit tecnològic, social i econòmic, així com els canvis que ha sofert la nostra societat i indústria gràcies a les diferents revolucions que han tingut lloc en la història.

2.1 Introducció

La Indústria 4.0, també coneguda com a “Indústria connectada”, “Fàbrica intel·ligent” o “Quarta revolució industrial”, va sorgir per primer cop, en un projecte d'estratègia d'alta tecnologia dut a terme pel Govern d'Alemanya durant l'any 2011 a la Fira de Hannover. Tot i això, no va ser fins al 2013, quan es materialitza el concepte “Indústria 4.0” (I4) de la mà d'un grup d'experts en la matèria en la mateixa fira.

El terme Indústria 4.0 fa referència a tots aquells sistemes, màquines, tecnologies i processos del sector industrial en els quals es poden realitzar millores i innovacions mitjançant l'ús de les noves tecnologies emergents, com són els autòmats, el Internet de les coses (IoT), la fabricació additiva, la comunicació i l'explotació de les dades a temps real que obtenim d'aquests processos.

La I4 està basada en la interconnexió de diferents elements, màquines i sistemes aconseguint així un intercanvi d'informació amb l'entorn, ja sigui el mercat, els clients, els competidors, etc.

En l'actualitat, la producció industrial està impulsada per la competència global i la necessitat d'una ràpida adaptació de la producció a les demandes canviants que experimenta el mercat. La indústria 4.0 representa un enfocament prometedori per a fer front a tots aquests canvis, sobretot en la integració de models de negoci en les organitzacions i en la integració de tots els actors que tenen lloc en la cadena de valor de l'empresa (tant proveïdors com clients).

La quarta revolució industrial està marcada per l'aparició de noves tecnologies: IoT (Internet of Things), robots intel·ligents, “Business Intelligence”, “Machine Learning”, “Big Data”, realitat augmentada, identificació mitjançant RFID, etc. Les quals són fruit de la transformació digital que experimenta la indústria en l'actualitat. Si les empreses no comprenen els canvis i les oportunitats de la indústria 4.0, corren el risc de perdre rendibilitat i, per tant, competitivitat en els mercats.

La indústria 4.0 és un dels temes capdavaners en l'actualitat, principalment pel seu impacte directe en el sector industrial, logístic i manufacturer. La quarta revolució industrial es centra en crear un entorn "intel·ligent" dins del sistema en el que s'aplica, és a dir, contribuir de manera directa a la transformació digital de les organitzacions.

Si bé és cert, que algunes organitzacions neguen com la indústria 4.0 pot arribar a impactar en el seu negoci o simplement tenen dificultats per trobar el talent i/o coneixement necessari per saber com adoptar les tecnologies I4 al seu model de negoci; la majoria de les mateixes ja estan experimentant alguns canvis significatius com a resultat de l'aplicació d'aquestes tecnologies aproximant-se així a convertir-se en la fàbrica intel·ligent del futur (Smart Factories).

Per tant, la indústria 4.0 ofereix l'oportunitat a les organitzacions per a que optimitzin les seves operacions de manera ràpida i eficient, assumint noves responsabilitats de treball i reclutant nous empleats qualificats capaços de prioritzar, filtrar la informació i prendre decisions de manera conjunta, és a dir, treballant en equip.

2.2 Revolucions industrials

La Indústria 4.0 es considera com la quarta revolució industrial o la digitalització de la indústria. Per a comprendre una mica sobre els diferents avanços tecnològics que s'han produït al llarg del temps és necessari conèixer els inicis de la industrialització.

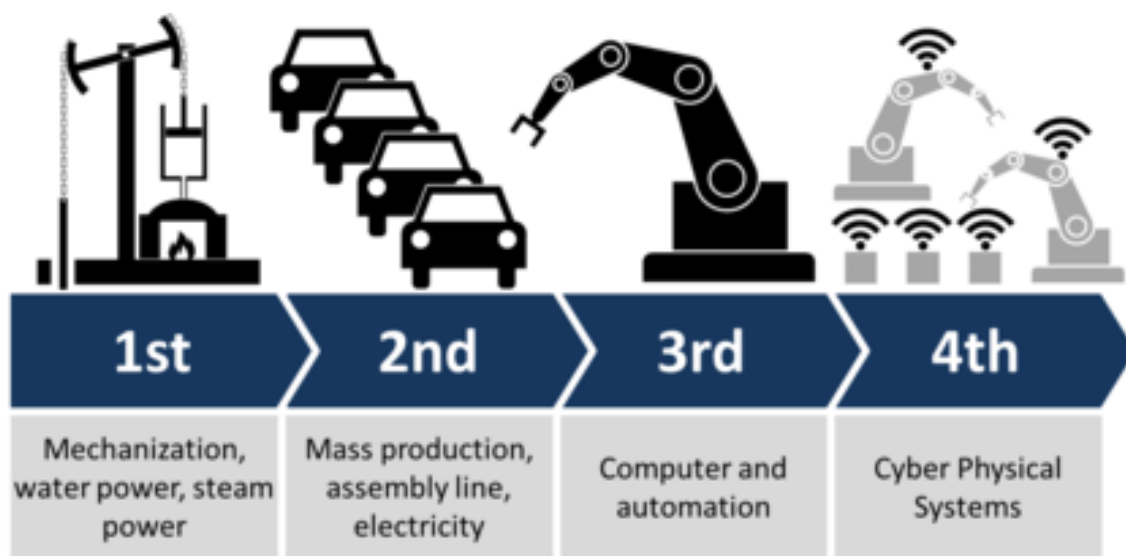


Figura 1-2.2: Diagrama de les 4 Revolucions Industrials que han esdevingut una gran millora en el sector.

Font: [https://bimlearningcenter.com/look-leap-industry-4]

➤ 1ª Revolució Industrial (1765):

La primera revolució industrial s'estén des de finals del segle XVIII fins a principis del segle XIX. Durant aquesta primera revolució va aparèixer la mecanització, procés que va reemplaçar l'agricultura per la indústria, canviant així l'estructura econòmica de la societat. L'extracció massiva de carbó juntament amb la invenció de la màquina de vapor, van crear un nou tipus d'energia que va impulsar processos com el desenvolupament dels ferrocarrils i l'acceleració dels intercanvis econòmics, humans i materials. Altres invents importants com la forja i els nous coneixements tècnics en la conformació de metalls, van establir gradualment els plans de les primeres fàbriques i ciutats tal com les coneixem avui.

➤ 2ª Revolució Industrial (1880):

A finals del segle XIX, els diferents avanços tecnològics van impulsar la aparició de noves fonts d'energia: electricitat, gas i petroli; donant com a resultat, el desenvolupament del motor de combustió. A més, la indústria de l'acer va començar a desenvolupar-se i créixer juntament amb la demanda d'aquest material. La indústria química també va tenir un gran desenvolupament i gràcies a aquest es va acabar desenvolupant la tela sintètica, els tints i els fertilitzants.

Els mètodes de comunicació també van tenir un gran avanç gràcies a la invenció del telègraf i el telèfon, així com els mitjans de transport amb l'aparició de l'automòbil i l'avió a principis del segle XX. Tots aquests invents van ser possibles gràcies a la centralització de la recerca i el capital, estructurats entorn d'un model econòmic i industrial basat en noves "grans fàbriques" i en nous models organitzatius de producció, com ho van ser els de Taylor i Ford.

➤ 3ª Revolució Industrial (1969):

Durant la segona meitat del segle XX, va aparèixer una tercera revolució industrial amb l'aparició d'un nou tipus d'energia, el potencial de la qual, va superar tots els seus predecessors: l'energia nuclear. Aquesta revolució també va ser testimoni de l'auge de l'electrònica, amb el transistor i el microprocessador, però també de l'augment de les telecomunicacions i les computadores. Aquesta nova tecnologia va conduir a la producció de material miniaturitzat que obriria portes, especialment a la recerca espacial i la biotecnologia. Per a la indústria, aquesta revolució va donar lloc a l'era de l'automatització d'alt nivell en la producció gràcies a dos invents principals: els controladors lògics programables (PLC) i robots industrials.

➤ 4ª Revolució Industrial (2013):

La primera revolució industrial va usar aigua i vapor per a mecanitzar la producció, la segona va usar energia elèctrica per a crear producció en massa i la tercera va usar electrònica i tecnologia de la informació per a automatitzar la producció. Avui està en marxa una quarta revolució industrial (fira d'Hannover, Alemanya, 2013) que parteix de la tercera revolució, però potenciada per la revolució digital que ha tingut lloc des de mitjan segle passat. Aquesta quarta revolució es caracteritza per la combinació diferents tecnologies amb la finalitat de connectar tots els recursos d'una empresa i tenir la combinació dels dos móns, digital i físic, "sistemes ciber-físics".

Les aplicacions per al sector industrial ja són enormes: manteniment predictiu, millor presa de decisions en temps real, anticipació d'inventaris basats en producció, millor coordinació entre treballs, etc. Les diferents innovacions tecnològiques optimitzen gradualment les eines de producció i revelen infinites possibilitats per al futur de la Indústria 4.0. No obstant això, aquesta quarta revolució industrial podria ser la primera a desviar-se de la tendència energia-consum en termes de recursos no renovables, ja que s'està integrant cada cop més els processos de producció amb recursos alternatius. Amb això es pretén que les fàbriques 4.0 estiguin integrades a les ciutats intel·ligents i impulsades per les energies renovables (eòlica, solar, geotèrmica, etc.).

D'aquesta forma, la indústria 4.0 busca la optimització dels processos, tant en rapidesa com en flexibilitat, així com una major eficiència per a produir-nos béns de major qualitat amb un cost menor, per la qual cosa també es millora la rendibilitat de les empreses. Tot això portarà en si un augment de la productivitat en la fabricació, un canvi en l'economia, a més d'un augment significatiu en el creixement industrial i competitivitat de les empreses.

2.3 Impacte de la Indústria 4.0

La carrera per a adoptar elements de la indústria 4.0 ja ha començat i les empreses d'Europa, EE. UU i Àsia han adquirit un protagonisme molt rellevant a l'hora d'emprar en els seus processos industrials, les tecnologies de la I4. Des del seu inici, la I4 ha guanyat un enorme interès a tot el món, especialment en molts fabricants del món industrial i tecnològic. Per tant, les nacions inverteixen fortament per a capitalitzar aquesta nova tendència i estimular una major producció manufacturera.

A continuació, se citen els programes duts a terme pels diferents països en I4:

A Europa, el govern alemany va invertir 200 milions d'euros per a impulsar la recerca de la I4 en tot el món acadèmic i empresarial com a part de la seva iniciativa "High-Tech Strategy 2020".

El govern del Regne Unit també es va comprometre a finançar 6 milions de lliures per a desenvolupar conjuntament tecnologia de fabricació avançada (Hock, Goh, Flores, & Yun, 2017).

Als Estats Units es va iniciar la coneguda com "Smart Manufacturing Leadership Coalition" on es van realitzar inversions de caràcter públic i privat de 140 milions de dòlars per a desenvolupar noves solucions tecnològiques en fabricació avançada.

A Àsia, la Xina va iniciar el projecte "Made in China 2025" que és un programa governamental centrat en l'automatització i sistemes cibernètics.

Corea del Sud ha iniciat "Manufacturing Innovation 3.0" on el govern va invertir 1.650 milions de dòlars en robòtica; el seu objectiu és construir 10.000 fàbriques intel·ligents per a 2020 i contribuir al seu "ecosistema de fabricació intel·ligent".

En definitiva, els països desenvolupats aposten per una indústria tecnològica i digitalitzada; per això, competeixen per a tenir i desenvolupar la tecnologia més sofisticada i avançada.

La Figura 1-2.3, que es mostra a continuació, resumeix les iniciatives mundials cap a la indústria 4.0:



Figura 1-2.3: Diagrama de les iniciatives mundials cap a la I4.

Font: Hock, Goh, Flores, & Yun, 2017.

2.3.1 Nous reptes i desafiaments de la I4

Com ja s'ha comentat en l'apartat anterior, cada vegada són més els països i les empreses que estan adoptant les tecnologies de la I4 en els seus processos i en el sector industrial en general. Com a resultat, s'estan obtenint notables millores en termes de costos i productivitat, encara que els majors avantatges s'obtindran quan els fabricants comencin a centrar les seves capacitats i esforços a millorar el desenvolupament general de les empreses, tal com afirma Miguel Ángel Castelló (2017), responsable del Sector Industrial i Químic a KPMG España.

L'adopció de la I4 en tota l'empresa representarà un canvi significatiu per a la indústria tradicional, per la qual cosa és fonamental desenvolupar les capacitats dels empleats i els controls adequats per a recolzar l'èxit d'aquesta revolució industrial. A més, un avantatge inherent a aquest canvi impulsat en la indústria és l'obtenció de beneficis intel·ligents, és a dir, "la integració de productes i processos intel·ligents impulsarà beneficis intel·ligents" (Castelló, 2017). En l'actualitat, són molts els fabricants que estan adoptant la I4 en els seus processos, però pocs el que empren les seves capacitats per a impulsar una major integració entre productes i processos intel·ligents.

Per tot el citat anteriorment, sembla lògic que ningú vulgui quedar-se enrere en la carrera per desenvolupar la fàbrica del futur o fàbrica intel·ligent. Per això, l'avanç en el sector manufacturer mai havia estat tan fort com esdevé en els nostres dies.

Els analistes suggereixen que el mercat de la I4 serà massiu. Si parlem en xifres, KPMG exposa que el mercat del IoT tindrà un valor de gairebé 3,7 bilions de dòlars per al 2020. Els estudis realitzats per Morgan Stanley apunten que el mercat de la seguretat cibernètica (necessari i clau dins de la I4) valdrà entorn dels 183 mil milions de dòlars i que el valor del mercat de la realitat augmentada serà de 162 mil milions de dòlars. En conseqüència, els mercats de la I4 ascendiran a un valor total per al 2020 de 4,4 trilions de dòlars. Però per a aconseguir això, ja que només són estimacions, els líders de les empreses hauran d'estar disposats a invertir grans quantitats de diners per a garantir una reeixida implantació de la I4 en els seus processos.

Sembla obvi remarcar que els fabricants ja estan fent les seves inversions en la implantació de les capacitats i tecnologies de la I4. Però curiosament, en el benchmarking realitzat per KPMG (Gates & Bremicker, 2017), es posa de manifest que la majoria de les organitzacions han demostrat un nivell baix/mitjà de maduresa en les àrees claus com són la demanda impulsada per la cadena de subministrament, comunicacions màquina a màquina (M2M, machine to machine) i en el digital twining.

En la Figura 1-2.3.1 es mostren les sis àrees (Gates & Bremicker, 2017) que construeixen la base dels principis de la I4 i que tota organització ha d'implantar per a obtenir un èxit segur en l'adopció de la I4 en els seus processos i productes.

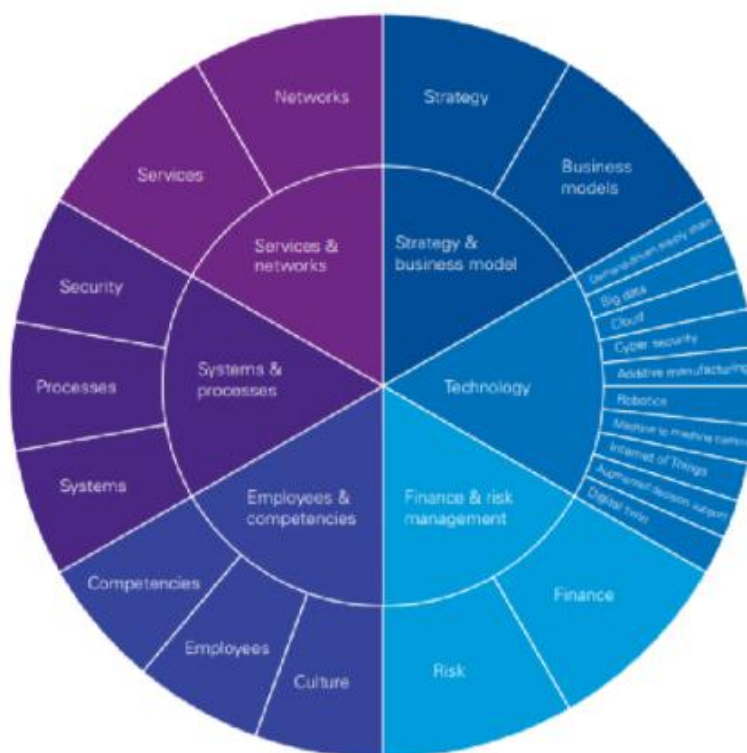


Figura 1-2.3.1: Diagrama de les dimensions que constitueixen les bases de la I4.

Font: Gates & Bremicker, 2017.

2.3.2 Efectes de la transformació digital en la indústria

Tal i com ja s'ha comentat, l'adopció d'un nou model industrial ha de considerar la digitalització com una oportunitat per a millorar i crear nous processos, productes i models de negoci. A continuació, es s'escriuen alguns dels efectes derivats d'aquesta transformació.

La possibilitat de realitzar un manteniment predictiu dels equips industrials. Aquest permet reduir la freqüència i impacte de les avaries que poden produir-se durant la fabricació de productes. És millora significativa en la seguretat de les organitzacions, reduint la freqüència i gravetat dels accidents laborals, i reduint l'absentisme laboral.

Un altre efecte és l'augment de la hiperconnectivitat. “La fàbrica està connectada amb el client i el client amb la fàbrica” (Buisán & Valdés, 2017), permetent-li així tenir accés immediat a l'oferta de qualsevol producte, en qualsevol moment i lloc.

Les conseqüències derivades de la quarta revolució industrial impacten en totes les dimensions i àrees de l'organització industrial: en el procés, tipus de producte i model de negoci.

En primer lloc, es troba el procés, de tal forma que la transformació digital en el mateix, s'aconsegueix gràcies a l'aplicació i incorporació de les tecnologies 4.0 per a aconseguir que aquest sigui més fiable i eficient. Un exemple d'un procés adaptat a la I4 seria la impressió 3D, mitjançant la qual és possible la fabricació de prototips de forma molt més ràpid i agilitzant el procés de disseny. La robòtica, també es converteix en un exemple d'aquesta adaptació de la I4, permetent així flexibilitzar els processos perquè aquests s'adaptin millor als requisits dels clients. Per tant, l'aplicació de tecnologies de la I4, garanteix una major eficiència, flexibilitat i una reducció significativa en els terminis de lliurament, escurçant el temps d'espera dels clients per a obtenir la compra realitzada.

En segon lloc, el tipus de producte industrial: la digitalització dels productes en la indústria pot suposar la incorporació de tecnologia als productes existents, millorant d'una banda la seva funcionalitat i donant lloc a nous productes. Un exemple que ho posaria de manifest, és l'automòbil i la seva evolució cap a la integració de l'electrònica juntament amb els components digitals. No obstant això, algunes professions que no seran capaces d'adaptar-se, ni dur a terme la transformació digital es veuran amenaçades per la implantació de la I4. Sembla obvi ressaltar que els canvis en el món laboral són cada vegada més ràpids a causa dels avanços tecnològics que succeeixen. Aquesta entrada de la digitalització i robotització ha generat diversos dubtes sobre el futur de l'ocupació.

Finalment, la digitalització afecta al model de negoci de l'organització en qüestió: la indústria 4.0 i les seves tecnologies fan possible l'aparició de nous models de negoci, al canviar la manera en el qual es posa en disposició el producte o servei als clients, per exemple, la incorporació de sensors als automòbils habilita un nou model de negoci que consisteix a llogar automòbils per hores.

2.3.3 Indústria 4.0 a Espanya

Molts són els desafiaments als quals s'enfronta la indústria espanyola en el segle XXI: des de la nova reorganització de la globalització i el lliure mercat, fins a la profunda transformació del nostre sistema econòmic, dotant de major importància a les energies renovables. Nombrosos són els reptes que vénen de la mà de la indústria 4.0, però si s'analitza detingudament l'accelerat progrés i avanç tecnològic en el qual estem immersos, segons Mario Buisán i Fernando Valdés (Director General d'Indústria i de la Petita i mitjana empresa i Subdirector General de Digitalització de la Indústria i Entorns Col·laboratius, respectivament), són quatre els reptes principals que destaquen en el procés de la transformació digital.

En primer lloc, es troba el canvi en la cultura empresarial de les organitzacions industrials que ha d'acompanyar a la transformació digital. La cultura de la nostra organització és, sens dubte, un dels elements determinants en els canvis i progressos d'aquesta. Molts dels experts en l'àrea afirmen que la cultura de les nostres empreses és el principal obstacle per a l'adopció de les noves tecnologies digitals. Segons el Ministeri d'Indústria, Comerç i Turisme, el 55% de les companyies espanyoles van invertir en digitalització l'any 2017. Només un 10% de les mateixes afirmen tenir una estratègia digital consolidada, tot i que el 100% d'aquestes creuen fermament que la transformació digital ajudarà i augmentarà la seva productivitat.

El segon repte resideix en la formació i capacitació en competències digitals. Molts són els que es plantegen la següent qüestió: la digitalització acabarà amb nombrosos llocs de treball? La resposta no és fàcil, com és d'esperar. Si observem l'estudi realitzat pel grup Boston Consulting Group que va fer a Alemanya sent aquest reconegut com el país més industrialitzat de la Unió Europea, aquest va determinar i va estimar l'impacte en l'ocupació després de la nova conceptualització de la indústria. Els resultats van mostrar que, després de la implantació consolidada de la I4, l'ocupació augmentaria, però per a això seria necessari dotar d'una formació més qualificada als obrers i empleats, per la qual cosa serà necessària una major inversió de capital en aquesta àrea.

En contraposició, el fòrum econòmic mundial de Davos (Buisán & Valdés, 2017) l'any 2016, va anunciar que l'impacte net en l'ús de la implantació de la I4 seria d'una reducció d'uns 7.100.000 empleats, dels quals, la majoria corresponen a treballs repetitius i administratius. Per tant, s'espera que la mà d'obra a nivell mundial experimenti un profund canvi en quant a la seva composició i redistribució entre famílies de treball, arribant a reduir-se notablement aquells llocs de treball de tipus administratiu. Per contra, per al personal altament qualificat, la quarta revolució industrial suposa i suposarà una gran oportunitat de desenvolupament i capacitat; aquests tindran una alta adaptació, flexibilitat i aprenentatge, i estaran dotats de perfils multidisciplinaris de l'àmbit de l'enginyeria, ciència, matemàtica i tecnologia.

El tercer repte consisteix en el desenvolupament dels entorns col·laboratius. Per a això, és necessari impulsar la creació de plataformes i entorns col·laboratius que permetin crear una sinergia entre la indústria, el sector tecnològic i l'investigador, que és vital per a garantir una contínua millora i desenvolupament de les tecnologies i, per tant, de la indústria. Un entorn col·laboratiu permet compartir experiències, punts de vista, informació i plantejar noves problemàtiques que vagin sorgint i, per tant, que caldrà resoldre realitzant nous plantejaments i prenent sempre les decisions de manera conjunta. Aquests entorns han de respondre a les necessitats que presenta la indústria i afavorir la implantació pràctica de les tecnologies digitals, és a dir, ser capaces d'adaptar-les a la indústria.

Finalment, trobem el suport a totes les empreses, especialment a les PIME en el procés de transformació digital. A Espanya, el 98% de la indústria està representada per petites i mitjanes empreses, que són aquelles que sovint presenten problemes de productivitat, rendibilitat i integració en la implantació de nous processos de fabricació. La I4 suposa per a totes aquestes empreses un gran repte en quant a la seva integració en el model de gestió i organització de l'empresa.

Des de les Administracions, s'intenta evitar que les empreses espanyoles es quedin a mig fer en el procés de transformació digital, garantint que totes elles, independentment de la seva grandària, ubicació o sector, duguin a terme aquest procés. Per això, la Secretària General d'Indústria i de les PIME ha posat en marxa un programa amb una inversió que supera els 70 milions d'euros per a la implantació de solucions necessàries en la digitalització de les empreses, amb la finalitat de fer costat a les empreses petites per a facilitar en la mesura que sigui possible les inversions fruit de la implantació de tecnologia 4.0 en els seus processos.

En definitiva, actualment les organitzacions no han aconseguit un èxit en la I4 principalment: pel desemborsament econòmic que suposa la implantació de les tecnologies, el canvi de mentalitat d'una indústria tradicional a una intel·ligent i interconnectada per part dels executius i treballadors de les organitzacions, i els directius de les organitzacions no disposen del talent i coneixement necessari per a

obtenir el màxim rendiment de la implantació de la I4 en els seus processos ni tampoc són capaços de desenvolupar un model de negoci robust.

Per això, les organitzacions hauran de centrar els seus esforços en aquests desafiaments, ja que la digitalització s'ha constituït en l'actualitat com un factor determinant de la competitivitat de la indústria i en el desenvolupament del sector industrial en els pròxims anys.

Tot i totes aquestes millores i desafiaments que encara han de ser implementades i afrontats, la I4 ja ha començat a comportar alguns beneficis a la indústria espanyola. Segons el diari digital Europa Press (Europa Press, 2018), “la digitalització s'ha convertit en el motor de creixement de l'economia espanyola” i des de l'any 2015 és responsable de fins a un 30% del creixement del país, segons un informe elaborat per Minsait (companyia de Indra). A més, subratlla que aquest rendiment serà màxim quan el “capital tradicional sigui reemplaçat pel tecnològic i el capital humà continuï optimitzant-se i es mantingui la inversió en I+D”.

La integració de les noves tecnologies digitals està generant increments de productivitat entre el 10 i el 20% (GTG enginyers, 2018) en tots els sectors industrials. De fet, s'estima que el desenvolupament de les fàbriques intel·ligents tingui el potencial de sumar més de 500.000 milions de dòlars anualment a l'economia global en els pròxims cinc anys, segons publica el Ministeri d'Indústria, Comerç i Turisme.

A continuació es mostra un gràfic on es pot observar el nivell actual d'implantació de la indústria 4.0 a Espanya:

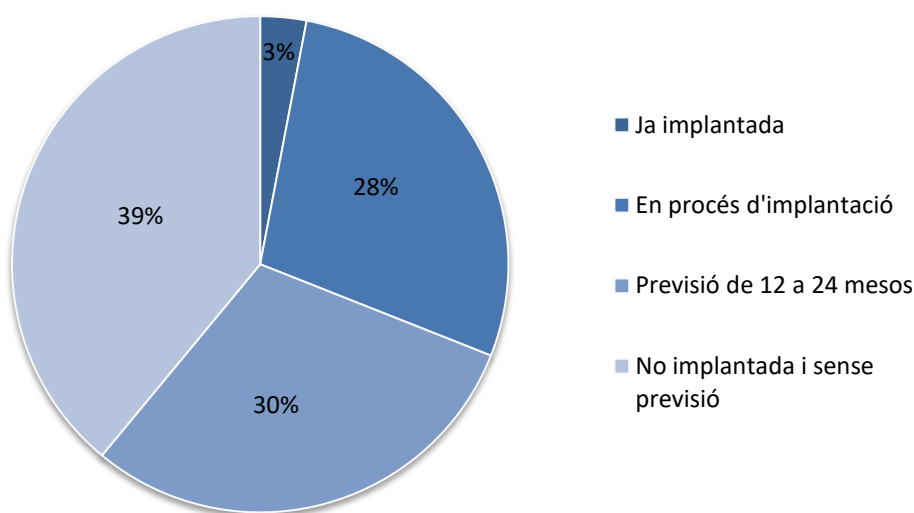


Figura 1-2.3.3: Gràfica de la implantació de la I4 a Espanya.

Font: Gates & Bremicker, 2017.

2.4 Technologies de la Indústria 4.0

La Indústria 4.0 és un concepte basat en un gran nombre de tecnologies, moltes d'elles fins i tot en desenvolupament, en aquest capítol es presentaran les diferents tecnologies que constitueixen la Indústria 4.0.



Figura 1-2.4: Diagrama de les tecnologies que constitueixen la I4.

Font: AMETIC.

2.4.1 Big Data

Big data és un terme molt popular avui en dia que s'utilitza sovint com a sinònim d'un concepte relacionat com a "negoci intel·ligent" i mineria de dades. El gran volum de dades generades comporta l'aparició i desenvolupament d'eines capaces d'analitzar i processar aquestes dades seleccionant i identificant allò que tingui especial rellevància. En els últims cinc anys, s'ha generat més informació científica que en tota la història de la humanitat, assenyala Winston Hide, professor de bioinformàtica de l'Escola de Salut Pública de Harvard (Paniagua, 2018). "El volum de dades existents és tal que si ocupés un espai físic superaria la grandària de la galàxia", afirma Hide.

Aquesta incessant generació de dades ha l'aparició de la tecnologia Big Data, "Dades massives". Big Data és una eina per a emmagatzemar grans i voluminoses quantitats de dades estructurades, semi estructurades i no estructurades que presenten la capacitat de ser analitzades per a extreure conclusions i tendències que presentin.

L'anàlisi Big Data tracta de recopilar, emmagatzemar i analitzar grans quantitats i volums de dades de manera eficient amb l'objectiu d'extreure informació que no és possible amb dades a petita escala. Per aquesta raó, el Big Data s'està convertint en un factor essencial en la presa de decisions en empreses líders que busquen superar-se enfront dels seus competidors, redefinint el panorama competitiu de diverses indústries.

Tot i això, la definició més utilitzada de Big Data es coneix com les tres V, volum, velocitat i varietat (veure Figura 1-2.4.1).

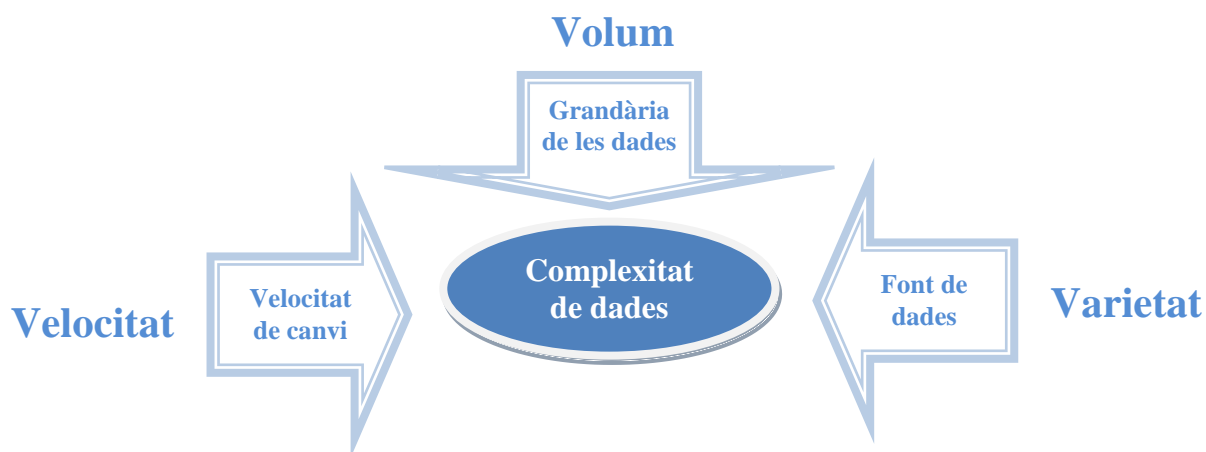


Figura 1-2.4.1: Diagrama de les 3 V del concepte de Big Data.

- Volum: Grans quantitats de dades, des de conjunts de dades amb grandàries de terabyte (1.000 gigabytes) a zetabyte (1.000 milions de terabytes).
- Velocitat: Grans quantitats de dades de transaccions amb una freqüència d'actualització alta, acaben esdevenint en fluxos de dades que arriben a gran velocitat, i el temps per a actuar sobre la base d'aquests fluxos de dades és molt curt. Les etiquetes RFID, els sensors i les mesures intel·ligents estan impulsant la necessitat d'analitzar torrents de dades gairebé a temps real.

- Varietat: Les dades provenen de diferents fonts, poden ser de fonts internes o externes. A més, les dades poden arribar en diferents formats com ara dades de transaccions i registres de diverses aplicacions, dades estructurades com a taula de base de dades, dades semi estructurades com a dades XML, dades no estructurades com a text, imatges, seqüències de vídeo, declaració d'àudio...

Això porta a la definició de Big Data més utilitzada en la indústria (Gartner, 2012). “Les grans dades són actius d'informació d'alt volum, alta velocitat i alta varietat que demanden formes rendibles i innovadores de processament de la informació, que permeten un millor coneixement, presa de decisions i automatització de processos”.

Un cop definit el concepte Big Data, els objectius d'aquesta tècnica es resumeixen fonamentalment en dos: permet explorar les estructures ocultes de cada subpoblació de dades, que a través de les tècniques tradicionals no és factible, i extreure característiques comunes i importants en moltes subpoblacions, fins i tot quan les dades presenten grans variacions individuals. Per això, el Big Data permet entendre l'heterogeneïtat.

Pel que fa a les dificultats i problemes que presenta l'anàlisi del Big Data, l'alta dimensionalitat de dades porta amb si acumulació de soroll, correlacions i homogeneïtat; això combinat amb una elevada grandària de mostra, crea problemes com ara l'alt cost computacional i inestabilitat algorítmica. Finalment, les mostres massives en Big Data generalment són resultat de dades que provenen de múltiples fonts en diferents punts de temps usant diferents tecnologies.

Avui dia les organitzacions estan capturant dades addicionals del seu entorn operatiu a una velocitat cada vegada més ràpida. Alguns exemples d'aquestes són:

- Dades web: Capturen dades com a visites a les pàgines web, cerques, revisions de lectura, compres, etc. Amb la finalitat de millorar el rendiment en àrees com a ofertes, segmentació de clients i publicitat dirigida.
- Dades de text: Poden ser e-mails, notícies, feeds de Facebook, documents, etc. són un dels tipus de Big Data més grans i més aplicables. Normalment, l'objectiu és extreure dades clau del text i després usar els fets com a entrades per a un altre procés analític (per exemple, classificar automàticament les reclamacions d'assegurança com a fraudulentos o no).
- Dades de temps i ubicació: Les dades d'hora i ubicació són un dels tipus de Big Data més sensibles a la privacitat i han de tractar-se amb gran precaució. El GPS, telèfon mòbil, així com la connexió Wi-Fi, fan que la informació sobre el temps i la ubicació sigui una font de dades en creixement.

A nivell individual, moltes organitzacions s'adonen del poder de saber quan estan els seus clients en cada ubicació.

- Dades de la xarxa intel·ligent i sensors: Les dades dels sensors proporcionen informació poderosa sobre el rendiment dels motors i la maquinària. Permet el diagnòstic de problemes amb major facilitat i rapidesa en el desenvolupament dels procediments de mitigació.
- Dades de xarxes socials: En les diferents xarxes socials és possible fer un anàlisi d'enllaços amb la finalitat de descobrir la xarxa/entorn d'un usuari determinat. L'anàlisi proporciona informació sobre quin tipus de publicitat pot atreure a un client considerant els interessos declarats personalment pel client, així com els declarats en el seu cercle d'amics de la xarxa.

En el camp de l'automoció, per exemple, el Big Data és un factor clau en la postvenda, a causa de la informació que facilita als fabricants d'automòbils, així com a les empreses relacionades amb aquest camp.

2.4.2 Cloud Computing

El Cloud Computing o computació en el núvol, és un model que serveix per a proporcionar un accés convenient i sota demanda dels recursos informàtics d'un grup o organització (Figura 1-2.4.2). El Cloud Computing representa un canvi fonamental en la forma en què els serveis de la tecnologia de la informació (TI) són inventats, desenvolupats, implementats, escalats, actualitzats, mantinguts i pagats. La informàtica com es coneix avui reflecteix una paradoxa: d'una banda, les computadores continuen sent exponencialment més poderoses i el cost de la computació per unitat continua caient ràpidament, fins al punt que el poder de còmput es considera avui en gran part un producte bàsic. D'altra banda, a mesura que la informàtica es torna més important dins de l'organització, la complexitat d'administrar tota la infraestructura d'informació, dades i software, ha fet que la informàtica sigui més costosa que mai per a una organització.

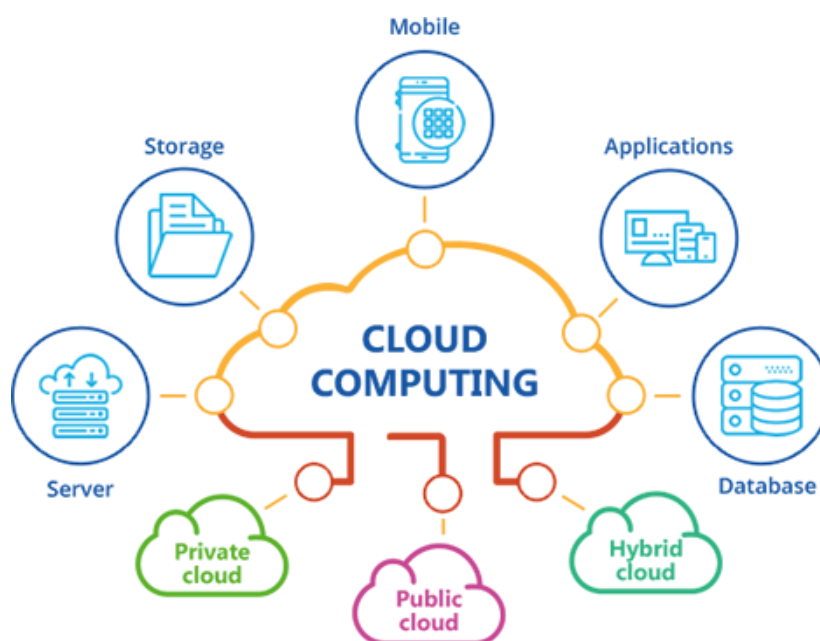


Figura 1-2.4.2: Diagrama dels diferents serveis del Cloud Computing.

Font: IT TRAVEL SERVICES.

L'objectiu final de la computació en el núvol és oferir tota la funcionalitat dels serveis de la tecnologia de la informació existents (habilitar noves funcionalitats fins ara impossibles), alhora que redueix dràsticament els costos inicials de la informàtica que impedeixen que moltes organitzacions implementin molts serveis de TI d'avantguarda.

El concepte de Cloud Computing té tres models principals d'implementació i tres models de prestació de serveis. Els models d'implementació són:

- Núvol privat: una plataforma en el núvol dedicada a una organització específica.
- Núvol públic: una plataforma en el núvol disponible perquè els usuaris públics es registrin i usin la infraestructura disponible.
- Núvol híbrid: un núvol privat que pot estendre's per a usar recursos en núvols públics.

Els núvols públics són el model d'implementació més vulnerable, ja que estan disponibles per a que els usuaris públics allotgin els seus serveis, els quals podrien ser usuaris maliciosos.

Els models de prestació de serveis, així com els d'implementació en el núvol, inclouen:

- Infraestructura com a servei (IaaS): significa que s'està comprant accés a hardware informàtic sense processar, a través de la xarxa, com a servidors o emmagatzematge. Atès que es compra el que es necessita i es paga pel que es fa, aquesta es coneix com a informàtica d'utilitat. Aquest model de servei es basa en la tecnologia de virtualització. Per exemple, Amazon EC2 és el proveïdor de IaaS més familiar.
- Plataforma com a servei (PaaS): on els proveïdors de serveis en el núvol lliuren plataformes, eines i altres serveis comercials que permeten als clients desenvolupar, implementar i administrar les seves pròpies aplicacions, sense instal·lar cap d'aquestes plataformes o eines de suport en les seves màquines locals. El model PaaS pot estar allotjat damunt del model IaaS o en la part superior de les infraestructures del núvol directament. Google Apps i Microsoft Windows Azure són els PaaS més coneguts.
- Software com a servei (SaaS): significa que es desenvolupen aplicacions que utilitzen eines basades en la web, pel que s'executen en software i hardware de sistemes proporcionats per una altra empresa. Llavors, l'usuari pot desenvolupar el seu propi lloc web de comerç electrònic, amb totes les funcionalitats, inclòs el carret de compres, el pagament i el mecanisme de pagament que s'executa en el servidor d'un comerciant. App Cloud (de salesforce.com) i Google App Engine són exemples de PaaS.

2.4.3 Internet of Things (IoT)

El Internet de les coses (IoT), també conegut com Internet Industrial, és un paradigma tecnològic previst com una xarxa global de màquines i dispositius capaços d'interactuar l'un amb l'altre. El IoT és reconegut com un de les àrees més importants de la tecnologia per a la implementació de la indústria 4.0 del futur. El veritable valor del IoT per a les empreses, podrà ser plenament realitzat quan els dispositius connectats siguin capaços de comunicar-se entre si i integrar-se amb sistemes d'inventari administrats pel venedor, sistemes de suport al client, aplicacions d'intel·ligència empresarial i anàlisi de negoci.

La utilització del IoT promet un gran impacte en la informació disponible per als socis de la cadena de subministrament i en com aquesta opera. Des de la línia de producció i d'emmagatzematge, fins a la distribució i el servei postvenda al client, el IoT està transformant els processos comercials al proporcionar serveis més precisos i visibilitat en temps real del flux de materials i productes. Les empreses del sector d'automoció per exemple, inverteixen en IoT per a redissenyar els fluxos de treball de fàbrica, millorar el seguiment dels materials i optimitzar els costos de distribució. No obstant això, encara que el IoT promet beneficis potencials, fins al moment, aquests són incerts, a causa de l'alt cost d'inversió per a la seva implementació. Les empreses hauran d'avaluar amb molta cura cada oportunitat i cada desafiament que presenta el IoT per a garantir que la inversió que es realitzi, es dugui a terme de manera adequada.

Per poder aconseguir una implementació amb èxit en diferents productes i serveis, el IoT utilitza diferents tecnologies com ara:

- Identificació per ràdio freqüència (RFID): A les fàbriques, els sistemes RFID s'utilitzen per realitzar la identificació automàtica i captura de dades d'alguna peça/producte mitjançant ones de ràdio, una etiqueta i un lector. El principal avantatge que ofereixen aquests sistemes, a diferència dels convencionals (codis de barra) és que l'etiqueta pot emmagatzemar una major quantitat de dades, i de ser necessari, es pot esborrar o sobre escriure informació.

Les etiquetes RFID s'utilitzen en la fabricació, principalment en la cadena de subministraments, logística i en diferents processos. Un exemple de l'aplicació d'aquestes etiquetes seria al passar d'una fase de muntatge a una altra, on es llegeix l'etiqueta amb la finalitat d'informar a l'autòmat les característiques del model del producte que s'està fabricant i d'aquesta manera es realitzi el muntatge de les peces necessàries per a aquest model.

Les dades que s'emmagatzemen en l'etiqueta poden incloure característiques pròpies del producte, la data de fabricació, la data de sortida de fàbrica, defectes corregits, etc. Amb la finalitat de tenir una traçabilitat total.

- Xarxa de Sensors Sense fils: Les xarxes de sensors sense fils (WSN) estan formades per una gran quantitat dispositius autònoms equipats amb sensors per a controlar diferents condicions físiques o ambientals. Aquests sensors tenen la capacitat de poder cooperar amb els sistemes RFID aconseguint un millor seguiment de l'estat de qualsevol peça/producte com ara ubicació, moviments, temperatura, pressió, etc.

Les WSN milloren la confiabilitat i l'eficiència pel fet que la seva principal funció és la recopilació de dades per a poder construir un sistema d'informació i comunicació.

En la fabricació de vehicles, les WSN són utilitzades principalment en les àrees de logística per al seguiment de subministraments, així com en l'àrea de manteniment, amb la finalitat d'aconseguir un manteniment preventiu, recopilant informació del funcionament de les diferents màquines, robots, manteniments, etc.

- Middleware: El Middleware es pot entendre com una “capa” de software que se situa entre un sistema operatiu i les aplicacions que s'executen en ell. Les principals funcions del Middleware són: realitzar la comunicació de manera oculta i gestionar les entrades i sortides.

En el IoT s'utilitza el Middleware en conjunt amb la WSN amb la finalitat de donar suport al desenvolupament de manteniment, execució i implementació d'aplicacions basades en detecció. El Middleware és capaç de comunicar i coordinar la WSN de tal manera que aquest li pot enviar una tasca, repartir-la en els nodes de la xarxa de sensors, fusionar la informació que cada sensor generi i informar el resultat a l'emissor de la tasca.

- Cloud Computing i Big Data: El IoT genera una gran quantitat de dades a partir dels diferents dispositius connectats, és per això que es necessita un maneig massiu de dades i una gran velocitat de processament per a poder realitzar la presa de decisions en temps real; i per tant són necessàries les tecnologies del Cloud Computing i del Big Data, les quals s'expliquen en detall en els dos apartats anteriors (2.4.1 i 2.4.2).

- Aplicacions del IoT: El IoT obre la porta al desenvolupament d'una gran quantitat de possibles aplicacions orientades a la indústria automotriu. Gràcies als diferents dispositius i xarxes que proporcionen la connectivitat física, el IoT permet que existeixi una interacció de dispositiu a dispositiu i d'usuari-dispositiu de forma clara i concreta.

L'objectiu de les aplicacions és garantir que les dades s'han rebut i s'han pres les mesures necessàries en el moment oportú. Per exemple, en les diferents màquines que s'utilitzen per a la fabricació d'automòbils, és necessari garantir que no tinguin alguna avaria inoportuna, és per això que es realitza un monitoratge i en cas que el Middleware i la WSN detectin anomalies, les accions apropiades es prendrien de manera automàtica gràcies a l'aplicació basada en el IoT. És important que les aplicacions del IoT es construeixin amb intel·ligència per tal de que els dispositius puguin monitorar l'entorn i identificar problemes.

El IoT ofereix solucions interessants com ara el diagnòstic en temps real. Per exemple, en el cas de la indústria automobilística, els diferents sensors específics incorporats en els vehicles, fan possible controlar diferents elements com: dades del motor, consum de combustible, ubicació, velocitat, pressió dels pneumàtics, temps de conducció, etc. Les dades detectades són enviades a un sistema central amb la finalitat de tenir referències i realitzar un seguiment. En la fabricació, les tecnologies com la RFID connectades a les diferents peces del vehicle, poden mantenir un historial de components específics i utilitzar-se per optimitzar els processos de muntatge.

Es pot observar que l'ús del IoT genera bastants oportunitats. No obstant això, actualment el principal problema per a la seva total implementació a les fàbriques és el cost que comporta, ja que com s'ha explicat anteriorment el IoT està format per diverses tecnologies i per tal d'implementar-lo, és necessari incloure i desenvolupar cadascuna d'aquestes tecnologies.

2.4.4 Robòtica

Ja fa molts anys l'ús de la robòtica en la indústria s'ha convertit en un punt clau per l'automatització de processos on s'utilitzen robots per a fer tasques perilloses, repetitives o molt complexes. Avui dia s'inclouen dos nous conceptes: els robots autònoms i els robots col·laboratius.

Els robots autònoms són dispositius programats per fer tasques amb poc o cap intervenció/interacció humana. Poden variar significativament en grandària, funcionalitat, mobilitat, destresa, intel·ligència i cost, des de l'automatització de processos robòtics, a vehicles voladors amb intel·ligència artificial. Els robots autònoms poden reconèixer i aprendre del seu entorn i prendre decisions independentment.

En aquest camp, el de la robòtica, s'espera un fort creixement en els pròxims anys, particularment dins de les operacions de la cadena de subministrament, que inclouen menor valor, tasques potencialment perilloses o d'alt risc. Actualment els robots autònoms ja tenen una forta presència en les àrees de fabricació, muntatge final i emmagatzematge, el que permet que els treballadors puguin realitzar altres activitats per tal de poder aportar valor al producte. Els robots autònoms més coneguts són els vehicles de guiat automàtic AGV per les seves sigles en anglès. Els AGV (Figura 2.4.4.1) són sistemes de transport sense operador que s'utilitzen amb freqüència per a moure grans càrregues i distàncies curtes/mitjanes. Tenen formes i funcions molt diverses, alguns fabricants produeixen carros automàtics guiats (AGC) o vehicles guiats per visió (VGV), però tendeixen a convergir en la seva capacitat de transportar mercaderies de manera autònoma al llarg de rutes predefinides o dinàmiques.



Figura 1-2.4.4: Imatge d'un exemple de AGV.

Font: Cmajor (fabricant de carretons i plataformes elevadores).

La implementació de robots autònoms presenta diversos beneficis, com són la reducció de costos de mà d'obra i un augment de productivitat; impulsa principalment el valor mitjançant la reducció de costos d'operació directes i indirectes.

L'entorn de la fabricació té una àmplia gamma d'aplicacions potencials per a robots col·laboratius (veure Figura 2-2.4.4). En alguns processos de fabricació, hi ha tasques en els quals té sentit que els treballadors facin una tasca de manera manual. En altres, la millor opció és l'automatització general. Els robots col·laboratius (cobots), són pràctics per a moltes de les tasques que es troben en algun punt intermedi. En aquestes situacions, un treballador necessita veure, sentir i reaccionar segons sigui necessari, però el robot pot manejar certs moviments físicament exigents.



Figura 2-2.4.4: Imatge d'un robot col·laboratiu.

Font: [<http://fourbythree.eu/collaborative-robots-working-in-manufacturing/>]

En l'aspecte més tècnic, un cobot pot detectar activitats no estàndards en el seu entorn de treball i limitar la seva força, la qual cosa permet una estreta cooperació entre humans i robots. Tots els cobots tenen sensors de força en les seves articulacions que detenen el seu moviment en cas d'impacte, permetent que el robot operi a tota velocitat sense la preocupació de lesions humanes. Hi ha una gran varietat de cobots des de petits models de taula fins a robots capaços de moure càrregues pesades.

Els cobots són relativament lleugers i es poden moure d'una assignació de treball a una altra. La majoria dels cobots són fàcils de programar, normalment s'usa un telèfon intel·ligent o tauleta. De la mateixa manera que una serra mecànica està destinada a ajudar, no a reemplaçar al fuster, el cobot està dissenyat per a ajudar al treballador de producció. Els robots col·laboratius són generalment més simples que els robots més tradicionals, la qual cosa els fa més econòmics de comprar, operar i mantenir.

Hi ha dues maneres de fer que els cobots siguin segurs per als seus companys de treball. Si un cobot entra en contacte amb un company de treball, un operador, aquest es deté instantàniament perquè el treballador no senti més que una lleugera empenta; però aquest enfocament limita el pes màxim que el robot pot manejar, així com la velocitat. Moure una càrrega pesada a alta velocitat pot arribar a lesionar a l'operador fins i tot si el robot es deté a l'instant.

Per a entorns més ràpids i pesats, un enfocament basat en sensors és millor (veure Figura 3-2.4.4). Tradicionalment, les barreres físiques, com les gàbies, han estat de gran ajuda per detenir al robot quan una persona es troba a una distància d'abast del robot. Els sensors moderns ara no sols perceben la presència d'una persona, sinó també la seva ubicació. El robot funcionarà a tota velocitat quan el treballador es trobi en la zona verda, però donarà un advertiment; reduirà la velocitat en la zona groga i es detindrà completament quan el treballador s'acosti massa. El robot pot programar-se per a allunyar-se del treballador o modificar la seva ruta per a envoltar al treballador.

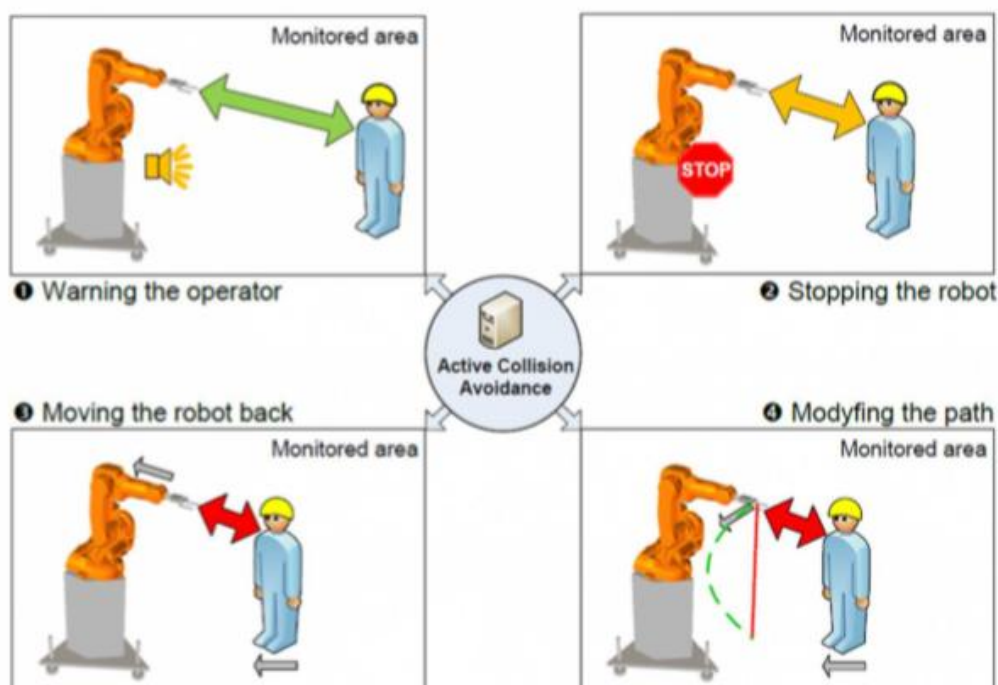


Figura 3-2.4.4: Imatge del sistema de seguretat d'un robot col·laboratiu.

Font: [<http://fourbythree.eu/collaborative-robots-working-in-manufacturing/>]

2.4.5 Visió Artificial

La visió artificial, també coneguda com a “computer vision”, és un camp de la intel·ligència artificial i informàtica que té com a objectiu donar a les computadores una comprensió visual del món amb l’ajuda d’una càmera i mitjançant algoritmes matemàtics.

La visió artificial (VA) en la indústria s’utilitza principalment en les àrees de qualitat i guiat de robots, amb la finalitat d’emular la visió humana per mitjà d’imatges digitals capturades per una càmera. La visió artificial comprèn tres etapes principals de processament (veure Figura 1-2.4.5), executades una darrere l’altra:

- Adquisició d’imatges.
- Processament d’imatges.
- Anàlisi d’imatges i comprensió.

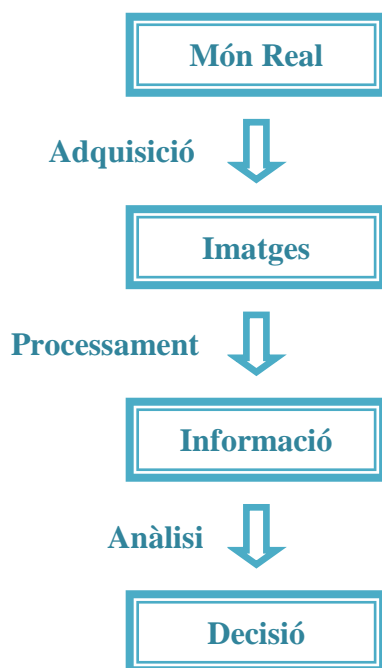


Figura 1-2.4.5: Diagrama del funcionament de la VA.

En el procés de visió artificial es consideren els següents tres nivells:

- Processament a baix nivell: S’extreuen les propietats de la imatge com a color, textura, profunditat, gradient, vores...

- Processament de mig nivell: Les propietats extrems del nivell baix s'agrupen amb la finalitat d'obtenir contorns o regions mitjançant tècniques de segmentació o de cerca de contorns.
- Processament d'alt nivell: En aquest nivell s'interpreten els elements obtinguts en els nivells anteriors. Aquest nivell de processament es troba més pròxim al domini de la intel·ligència artificial, ja que es poden tractar problemes relacionats amb reconeixement de patrons o interpretació d'escenes.

Actualment l'aplicació de la visió artificial en la indústria inclou tres grans categories:

- Inspecció Visual Automàtica i Control de Processos: La inspecció visual automàtica no millora la flexibilitat de la línia de fabricació pel fet que només inspecciona. Tot i això, millora considerablement la capacitat d'automatització del procés de fabricació. El sistema de visió automatitzat es pot utilitzar per la presa de mesures, verificació d'integritat i control de qualitat. També ajuda a tenir un millor control, seguiment i emissió de documents en diferents processos.
- Identificació de Peces: La identificació i classificació és una de les aplicacions més importants d'un sistema de visió. En la indústria s'utilitza des del més bàsic, que seria detectar la presència d'una peça, fins a identificar la peça que és i classificar-la depenent del procés.
- Guiat de Robot Industrial: El cor d'un procés automàtic en la indústria són els robots, no obstant això, els robots necessiten "veure" el que estan fent, per a això s'incorpora un sistema de visió que ajuda al robot a guiar-lo. Per exemple, en les plantes automotrius (fabricació de vehicles) el guiat d'un robot es du a terme utilitzant el sistema de visió i sensors intel·ligents per a poder determinar la posició en la soldadura, o bé per a col·locar alguna part del vehicle (pneumàtics, tren posterior etc.) o altres processos.

2.4.6 Realitat Augmentada

La Realitat Augmentada (RA) és un tipus d'entorn de visualització interactiu, basat en la realitat que agafa les capacitats de so, visualització, efectes i text generat per computadora amb la finalitat de millorar l'experiència de l'usuari en el món real.

L'objectiu de la tecnologia de Realitat Augmentada (RA) és millorar el rendiment humà al proporcionar informació vital per a una tasca específica determinada. La RA es pot utilitzar a través de qualsevol mena de maquinari capaç d'interactuar amb els sentits humans: tauletes, HMD (Head Mounted Display), HHD (Hand Held Display), projectors i auriculars. El motiu de seleccionar un dispositiu en lloc d'un altre no sempre depèn de les condicions ambientals, els usuaris i els requisits dels processos. De la mateixa manera, el propi software del sistema de RA es pot seleccionar en funció de consideracions que varien entre diferents ambients industrials, la interfície ha de seleccionar-se en funció de l'usuari i els requisits del procés.

Mitjançant l'ús de la Realitat Augmentada, els tècnics de servei i els fabricants poden acostar-se a qualsevol element que tingui la tecnologia IoT i identificar un objecte per a obtenir qualsevol informació del sistema de planificació de recursos empresarials. Com a resultat, el tècnic tindrà accés immediat a les especificacions, el inventari, la ubicació i els terminis de lliurament de l'objecte.

Al identificar el producte, la RA també pot donar accés al tècnic o operador a les instruccions i manuals que brinden detalls operatius. Mentre treballa en un procés, qualsevol vídeo es pot reproduir immediatament a través del sistema RA. Es pot usar com una guia d'assemblatge, la qual cosa permet als operaris fabricar productes sense la necessitat de coneixements especialitzats o consultar les fulles d'instruccions, pel fet que la RA és capaç de superposar informació o instruccions de manera visual a l'operari o tècnic, facilitant el treball i reduint la possibilitat de cometre errors.

El software de tecnologia de RA pot proporcionar un senyal visual al tècnic, on sigui que existeixin problemes o defectes. Això és molt útil en l'àrea de manteniment, en el cas de que les màquines no funcionin correctament. El tècnic veurà el problema real abans d'acostar-se a la màquina, pel fet que els sensors de la màquina, hauran enviat informació amb antelació, amb això s'aconsegueix un estalvi de temps i diners durant els diagnòstics. De la mateixa manera, al usar la tecnologia de realitat augmentada, un treballador en la línia de producció, pot analitzar una peça que va fallar en toleràncies i determinar si és rescatable o si necessita ser reemplaçada per complet.

Actualment gràcies als grans avanços en la tecnologia de realitat augmentada, les empreses d'automoció utilitzen els nous sistemes de realitat mixta coneguda com a realitat virtual augmentada, un dels sistemes més utilitzats són els HoloLens de Microsoft (veure Figures 1-2.4.6 i 2-2.4.6), que consisteixen en una computadora hologràfica sense connexions físiques incorporada en unes ulleres, les quals estan compostes amb càmeres, sensors de profunditat, sensors de moviment per a superposar imatges a l'entorn de treball real, les ulleres permeten veure representacions de cables, pernys, peces, nombre de peces i instruccions sobre com realitzar un procediment de manteniment o assemblatge. Amb això s'augmenta la precisió del personal de manteniment i s'aconsegueix que treballin de manera més ràpida i eficaç reduint la possibilitat de cometre errors.



Figura 1-2.4.6: Microsoft HoloLens.

Font: [https://www.microsoft.com/en-us/hololens/]



Figura 2-2.4.6: Microsoft HoloLens aplicades a l'automoció.

Font: [https://www.microsoft.com/en-us/hololens/]

2.4.7 Fabricació Additiva

La Fabricació Additiva (FA) es pot considerar com la versió industrial de la impressió 3D. La impressió 3D funciona de manera similar a una impressora convencional d'injecció de tinta, amb la diferència que, en lloc d'imprimir capes de tinta sobre el paper, la impressora 3D utilitza diferents materials com ara plàstics, resines, cautxús, ceràmiques, metalls, etc.

El terme de fabricació additiva es refereix al procés de dipositar successives capes (molt primes) de material, l'una sobre l'altra, amb el propòsit de crear un model o prototip ràpid (PR). El prototipat ràpid s'ha utilitzat molt en la indústria en les àrees de disseny i enginyeria de processos, amb la finalitat d'analitzar la factibilitat d'alguna peça en específic abans de la seva producció en massa, la qual cosa produeix un estalvi significatiu en temps i diners. No obstant això, cada dia és més possible l'ús de la FA com a tecnologia per a la fabricació de peces en sèrie, normalment en peces específiques i en un número no gaire elevat d'unitats.

La FA ofereix cinc beneficis principals sobre la fabricació actual els quals són: cost, velocitat, qualitat, innovació i impacte. És important deixar clar que la fabricació additiva no serveix per a reemplaçar la totalitat dels mètodes de fabricació actuals, si no per a revolucionar i donar suport a moltes àrees en l'àmbit de fabricació. La indústria automotriu és una de les principals indústries que es beneficia de la FA, sent les aplicacions principals:

- Els prototips.
- La fabricació de components en sèries reduïdes, possibilitant la reducció de pes.

Alguns dels beneficis en moltes de les àrees de la indústria són:

- Ajudar a eliminar l'excés de parts.
- Accelerar el temps de comercialització.
- Reduir el cost involucrat en el desenvolupament de productes.
- Reduir els costos de reparació considerablement.
- Millorar en la qualitat.

La FA té també un impacte positiu en la cadena de subministraments i logística, pel fet que permet la producció de peces en una fàbrica prop de les línies de muntatge o fabricació, la qual cosa elimina el temps perdut i costos de transport.

A continuació, en les figures 1-2.4.7 i 2-2.4.7 es presenten alguns exemples de la fabricació additiva en l'àrea d'automoció.



Figura 1-2.4.7: Imatge d'un volant fabricat a partir de la FA.

Font: [<https://impresoras3d.com/blogs/noticias/tagged/fibradecarbono>]



Figura 2-2.4.7: Imatge de diferents peces funcionals creades a partir de la FA.

Font: [https://www.prodways.com/en/industrial_segment/automotive/]

3 | INTRODUCCIÓ A LA LOGÍSTICA

Part 3. Introducció a la Logística

En aquest capítol, es parlarà sobre la logística com a concepte, quin és el seu origen i com ha evolucionat al llarg del temps. A més, es parlarà del impacte de la logística en el món, així com l'aplicació de les tecnologies de la informació i comunicació en aquest camp. També s'abordarà com la logística ha evolucionat per a adaptar-se a noves metodologies i tecnologies desenvolupades per a donar servei als clients i permetre a les organitzacions estar a l'alçada en la lluita per la competitivitat.

En última instància, s'explicarà el funcionament d'una cadena de subministrament: quines són les seves etapes principals i els fluxos de matèries i informació que tenen lloc. I finalment, s'exposarà una de les variants de la logística que existeix en l'actualitat: la logística inversa.

3.1 Introducció

L'enfocament logístic de les organitzacions i empreses està suposant una exigència en l'entorn que ens envolta, declarant-se, així com un factor que permet la diferenciació competitiva entre les organitzacions. La logística és cada cop més reconeguda com una eina estratègica de gestió a nivell internacional, la qual cosa és possible gràcies a la globalització dels mercats i l'alta competitivitat entre els diferents sectors.

A causa de la tendència de la nacionalització i la globalització en les últimes dècades, la importància de la gestió logística ha anat creixent en determinats camps. Per a les indústries, la logística permet optimitzar els processos de producció i distribució existents basats en els recursos, emprant tècniques de gestió que promoguin l'eficiència i la competitivitat de les empreses. L'element clau en una cadena logística és el sistema de transport, de tal forma que permet interconnectar aquelles activitats que es troben separades entre si, tal i com s'explica en l'apartat de la cadena de subministrament.

Per tal de tenir una noció del cost que suposa el transport dins de tot el sistema de gestió logístic, aquest sol ser un terç de la quantitat en els costos logístics, pel que tenen un impacte notable en aquests sistemes. Una altra característica important del transport és que és requerit en tots els procediments de producció, des de la fabricació, fins al lliurament al consumidor final, així com devolucions. Per això, les empreses concentren els seus esforços a disminuir costos de transport i optimitzar les rutes que realitzen per a lliurar els productes.

A continuació es mostren les principals i més rellevants definicions del terme de logística:

La logística es pot definir com “el conjunt dels mitjans, mètodes i infraestructures que permeten garantir l’emmagatzematge, transport i/o lliurament de béns i serveis al client, des del lloc en el qual s’obtenen les matèries primeres, així com on es produeixen”.

Però si es vol tenir una accepció més global d’aquest terme, Martin Christopher, autor del llibre “Logistics and Supply Chain Management” (Christopher, 2011), ho defineix de la següent manera: “La logística és el procés de manejar estratègicament l’adquisició, el moviment i emmagatzematge de materials parts i inventari acabat (producte acabat) a través de l’organització i els seus canals de màrqueting, de manera que la rendibilitat actual i la futura siguin maximitzades a través d’un processament de comandes eficient en costos”. Aquí no sols es parla de garantir al client el lliurament de les seves comandes, sinó, que les organitzacions que s’encarreguen d’aquest procés, també han d’operar obtenint la màxima rendibilitat dels seus processos logístics. Això vol dir que el procés de la logística no sols té en compte el transport del bé i el lliurament al client (complir terminis), sinó que ha d’existir un equilibri amb els costos ocasionats a l’organització d’aquestes tasques.

Segons el professor J. Coyle, autor del llibre “Supply Chain Management (a logistics perspective)” (Coyle, Langley, Novack, & Gibson, 2012), “La logística tracta d’aconseguir el producte correcte, per al client correcte, en la quantitat correcta, en la condició correcta, en el lloc correcte, en el temps correcte i al cost correcte”.

A continuació, s’explicarà amb més detall els diferents termes d’aquesta última definició.

La quantitat correcta, fa referència a que s’ha de garantir un ús eficient dels recursos per a mantenir els inventaris en un nivell adequat. Això permet minimitzar la pèrdua i devaluació de les matèries primeres i productes acabats.

El lloc correcte: “un lloc per a cada cosa i cada cosa en el seu lloc” la qual cosa, permet optimitzar l’espai disponible dels magatzems aconseguint una millora en l’eficiència.

El temps correcte: el temps suposa diners, això vol dir que una pèrdua en temps es tradueix en un augment del cost. El temps és un dels recursos més valuosos, per la qual cosa és necessari optimitzar els processos i garantir que el producte estigui en el temps establert i en el lloc determinat (complir els terminis en el lliurament de productes al client). La metodologia i filosofia de treball “Just in time” (just a temps) es basa en el descrit anteriorment, i la seva aplicació en les empreses ha suposat un avanç i èxit en l’eficiència i optimització de costos.

Per al client correcte: l'objectiu comú de tota organització és el client, satisfer les seves necessitats i complir amb les seves expectatives. No tindran cap valor els esforços si no estan focalitzats en el client. Els processos han de gestionar-se i organitzar-se perquè el client pugui disposar del producte demandat en el lloc i temps correctes. Per això, el model de negoci en el qual una entitat ha de basar-se és aquell que garanteixi la satisfacció del client.

I, finalment, amb el cost correcte: perquè una empresa sigui competitiva, no sols ha de complir amb el termini dels lliuraments al client, sinó també ha de ser eficient en costos, que suposarà un factor crític per a l'organització. S'han d'optimitzar els costos, però sense sacrificar la qualitat i condicions de producte. Les solucions que ofereixin avantatges més competitius complint aquestes condicions, seran les que haurà de prendre l'organització.

En definitiva, els principis citats anteriorment suposen la base de la logística empresarial independentment del tipus que pugui ser: d'aprovisionament, de distribució, d'emmagatzematge, etc.

3.2 Origen i evolució de la logística

La paraula logística es remunta a l'època de l'Antiga Grècia i l'Imperi Romà (s.VII aC), civilitzacions en les quals el terme “Logistikos” significava “destre en el càlcul” o “saber calcular” i s'atribuïa a aquelles persones encarregades de determinar les quantitats de pertrets que es necessitarien per a avançar d'acord amb els plans. Durant el s.V aC, els grecs empraven el terme logística per a referir-se a fer “una cosa lògica”. A Roma, el terme “Logistikas” s'atorgava als oficials militars de l'exèrcit encarregats de subministrar material. És aquí quan ja se li comença a dotar de la importància i reconeixement a la gestió i distribució de béns i serveis.

Cal destacar la importància de l'Imperi romà en la construcció i creació de carreteres i rutes, aqüeductes i canals que connectaven l'imperi: una autèntica xarxa de distribució i transport. Però no sols se li atorga importància a la funció de proveïment de béns, ja els romans van reconèixer la importància de trobar millors fonts d'aprovisionament, la qual cosa en l'actualitat es denomina proveïdors, i lliurar les unitats demandades. Tot això va permetre situar a la logística en un nivell tàctic, operatiu i estratègic dins del camp de la milícia.

En els seus orígens, la logística implicava tenir el producte correcte, el lloc correcte, en el temps correcte i amb el menys cost possible afegit. En l'actualitat, aquest concepte s'ha ampliat. Tal és així, que la logística és concebuda com un conjunt d'activitats que permeten definir un procés tan complex com així sigui el nombre de variables a tenir en compte en aquest. A continuació, s'exposa un breu resum de les característiques més importants de l'evolució de la logística en les últimes dècades.

Entre 1956 i 1965, es conceptualitza la logística, és a dir, es duu a terme un desenvolupament de l'anàlisi de costos en les operacions logístiques, així com se li atorga un enfocament més estratègic. Es prioritza el servei al consumidor, però sent aquest al mínim cost logístic possible, i els experts es focalitzen a optimitzar i millorar els canals de distribució del sistema logístic. En definitiva, aquest període es caracteritza pel outsourcing (subcontractació) de les organitzacions no especialitzades en logística per a contractar a empreses que sí que ho estiguessin.

Entre 1966 i 1970, les organitzacions requereixen disposar de la quantitat exacta, en el moment exacte, en el temps exacte. Això vol dir que es comença a manifestar i posar en pràctica el concepte “Just in time”, fabricació just a temps. Això va permetre obtenir el control precís de la quantitat de matèries primeres necessàries per a la fabricació dels productes, i amb això l'optimització del temps i els recursos. La indústria aeronàutica, espacial, automotriu i d'electrodomèstics van ser les primeres a adoptar aquesta nova filosofia de treball a integrar-la en els seus processos evitant així la depreciació de les seves mercaderies.

Entre 1970 i 1989 va tenir una especial importància el desenvolupament tecnològic i el seu impacte. L'alliberament del transport va fomentar el increment de la productivitat mitjançant una millor coordinació de la distribució, manufactura i proveïments. A més, la revolució de la tecnologia de la micro-computació va impulsar la coordinació i interacció dels elements del sistema logístic. El intercanvi d'informació o la identificació de productes mitjançant lectura de codi de barres són algunes de les tasques que van permetre millorar la comunicació entre client-empresa, acostant aquest primer al segon.

Durant els anys 90, els cicles de producció eren cada cop més curts i el desenvolupament en les comunicacions i canals de distribució va portar a un augment de la segmentació del mercat i, amb això, a una major varietat d'elecció. El client era cada vegada més exigent i les seves expectatives també majors. A més, els avanços tecnològics no cessaven, tant en el producte com en el procés d'elaboració i distribució. En aquest període, la competitivitat entre les empreses era cada cop més forta, en part, gràcies a la globalització dels mercats.

En l'actualitat, la logística és un dels pilars centrals de qualsevol organització empresarial. Els clients són més exigents i s'ha de complir amb les seves expectatives en el lliurament dels productes, és a dir, s'ha d'assegurar que els productes arribin al consumidor de forma efectiva i rendible. Per això, és necessari integrar tecnologies com a intel·ligència artificial o la robotització en els nostres processos logístics. Cada vegada són més les organitzacions que precisen de les tecnològiques de la indústria 4.0 per a optimitzar els seus processos i millorar la qualitat de servei als seus clients. Un exemple és la digitalització de la cadena de subministrament permetent la seva optimització, de manera que sigui capaç de predir el mercat, o la robotització, la qual serà clau per a augmentar l'eficiència tant en temps com en costos de distribució.

3.3 Impacte de la logística al món

El creixent desenvolupament de les tecnologies de la informació, acompanyat d'un increment del nombre de comandes a nivell internacional, realitzats gràcies a l'obertura de les fronteres comercials entre països, ha repercutit en la concepció de la logística i en la forma en que és concebuda per les empreses. Tot això ha estat possible gràcies a la globalització. A més, la nova filosofia de treball "Just in time" de les empreses, ha portat en si la necessitat de posseir un elevat nivell de coneixements tècnics i recursos econòmics per a disposar de la infraestructura i tecnologia necessària i així poder satisfer als nous mercats.

Una altra conseqüència de la globalització és el canvi en la concepció de la logística per part de les empreses i els fabricants, ja que la competitivitat entre les empreses cada cop és major. El nombre de magatzems augmenta dia a dia com a resultat de la globalització, ja que s'utilitzen més productes i matèries primeres originàries de països llunyans, a causa del seu baix cost o per exclusivitat de producció. Per això, és necessari disposar de nombrosos magatzems per a emmagatzemar l'estoc necessari i fer front a la resta de fases de la cadena de subministrament, donant lloc al transport multimodal.

El transport de mercaderies des d'un lloc a un altre situat en qualsevol part del món es realitza emprant diferents mitjans de transport, fins i tot diferents combinacions d'aquests: aeri, marítim, ferrocarril i en carretera. D'aquesta forma, les necessitats de proveïment estan cobertes.

La realitat que ens concerneix en el camp de la logística, és que cada vegada són més els nous mètodes emprats per a proveir productes o matèries primeres a fabricants o clients. En aquest punt, la tecnologia juga un paper clau, com ja s'ha comentat en apartats anteriors. Moltes són les noves tendències que estan revolucionant el món de la logística i també moltes les empreses que estan aplicant aquestes tecnologies i processos.

La logística no sols s'encarrega de transportar o proveir, sinó de preveure i planificar, així com detectar les tendències en el mercat i en el sector empresarial que correspongui. Tenir la capacitat de poder detectar les tendències que marcaran el mercat del transport en el futur es converteix en un avantatge competitiu clau per a les organitzacions. Per això, les cadenes de subministrament cada vegada són més intel·ligents i automatitzades.

Actualment, les tendències que canviaran o estan canviant el món del sector logístic actual són diverses. Per exemple, el “Lliurament al mateix dia”. Amazon Prime Now s’ha convertit en una de les empreses capdavanteres en subministrament de productes al client; és capaç de realitzar el lliurament tan sols unes hores després que la comanda s’hagi realitzat. Tots els usuaris que desitgen rebre la seva compra en el mateix dia i com més aviat millor, poden triar aquesta opció de compra perquè un proveïdor logístic reculli el producte i el lliuri el mateix dia. Aquesta tasca està començant a realitzar-se mitjançant l’ús dels drons com a mitjà per a lliurar les comandes, però encara està en desenvolupament, encara que a Regne Unit, Amazon ja està començant a realitzar aquest servei per als seus usuaris Premium.

Per exemple, el Big Data i el IoT permeten la recollida de la major quantitat de dades possibles per a analitzar-les. D’aquest estudi s’obtenen millores a realitzar en la cadena de subministrament. Si es coneixen totes les dades això pot fer que augmenti la qualitat del producte, però també s’exigirà més perquè les empreses siguin capaces de fer front a les ordres de comanda en el menor temps possible.

Alguns exemples de l’aplicació de les tecnologies de la I4 són els següents: l’anàlisi de les dades dels transportistes per a determinar aquelles rutes que incorren en menors embussos i retards per a complir amb els terminis; els vehicles guiats automàticament per a evitar accidents: actualment es realitza el transport gràcies al factor humà que els pilota, però i si el vehicle és guiat de manera automàtica controlat per un núvol de dades? la taxa d’accidentalitat es reduiria. Dins de les empreses ja s’estan desenvolupant camps magnètics per a detectar a persones que s’acosten a les màquines i, amb això, evitar la col·lisió amb vianants.

I, finalment, la més transcendent i significativa de totes les citades anteriorment, és la responsabilitat amb el medi ambient. Cada cop són més les polítiques establertes pels governs en les quals es contempla la importància i el respecte amb el medi ambient. Per això, les empreses es veuen obligades a adaptar les seves directrius i responsabilitats corporatives. Com per exemple, els mitjans de transport que les organitzacions emprin per a la funció logística hauran de respectar el medi ambient pel que fa a l’emissió de partícules a l’atmosfera. Són cada vegada més els clients que valoren de manera positiva aquelles empreses que adopten polítiques mediambientals.

3.4 La cadena de subministrament

Aquest apartat, es centra en explicar què és la cadena de subministrament, quines són les seves aplicacions i tots els aspectes que són necessaris per al seu disseny.

3.4.1. Definició

Segons l'autor del llibre titulat “Administració de la cadena de subministrament”, Peter Meindl, professor de la Universitat de Stanford i director de l'Escola d'Administrador de Kellog (Meindl & Chopra, 2008), defineix el terme cadena de subministrament com: “Aquella que està formada per totes aquelles parts involucrades de manera directa o indirecta en la satisfacció d'una sol·licitud d'un client”. Això vol dir, que no sols s'ha de considerar al fabricant i proveïdor com a únics factors d'interès, sinó que també s'ha de considerar al transportista, els encarregats de l'emmagatzematge i venedors, sense oblidar incloure al propi client.

Un altre autor expert en la matèria, Ronald Ballou, defineix la cadena de subministrament com (Ballou, 2004): “Un conjunt d'activitats funcionals que es repeteixen al llarg del canal de flux del producte, mitjançant els quals la matèria primera es converteix en productes acabats”. Aquesta definició porta a plantejar la cadena de subministrament com una integració i coordinació de les activitats internes de les organitzacions amb els processos externs, amb la finalitat de minimitzar els costos d'operació i gestió i maximitzar l'aprofitament de recursos.

Segons Alexander Correa i Rodrigo Andrés Gómez, tots dos professors en enginyeria d'Organització de la Universitat de Colòmbia (Corretja & Gómez, 2009), la cadena de subministrament és concebuda com una visió integral dels elements logístics, sent aquests de tres tipus diferents: aprovisionament o logística d'entrada, fabricació o logística interna, i distribució o logística de sortida. El propòsit de la logística interna és planificar i gestionar els fluxos de materials que tenen lloc dins de l'empresa, és a dir, totes aquelles operacions de producció, emmagatzematge i recollida de productes del magatzem. La logística externa, per contra, planifica la gestió de flux dels materials i productes entre l'empresa i altres components i elements de la cadena de subministrament com són els proveïdors, clients, majoristes, distribuïdors, etc.

Existeix una interdependència dels diferents protagonistes i participants de la cadena de subministrament. És igual d'important que es compleixi amb la comanda demandada pels clients, com que les matèries primeres necessàries per a elaborar el producte final estiguin disponibles en planta. Per això, el funcionament de la cadena de subministrament ha de ser dinàmic i comunicatiu, és a dir, el flux d'informació entre les diferents etapes de la cadena de subministrament ha de ser constant.

El client és un element més en la cadena de subministrament, però no d'igual importància que la resta, sinó que és el principal propòsit d'aquesta: satisfer les necessitats del client i generar un guany per a l'organització. Sovint, es defineix la cadena de subministrament com el "transport d'un producte o subministrament al llarg d'aquesta".

Pot ser que no existeixi un únic proveïdor del qual rep matèries primeres el nostre fabricant i que tampoc hagi contractat a un únic distribuïdor responsable de la distribució del producte. Per aquesta raó, és més apropiat emprar el terme de xarxa de subministrament (veure la Figura 1-3.4.1). En una cadena de subministrament, no és imprescindible l'existència d'un distribuïdor, en moltes ocasions és el propi fabricant el responsable de fer arribar aquest producte acabat al client, per la qual cosa el client demandarà un producte i la fàbrica realitzarà la seva fabricació. A aquesta mena de fàbriques se les denomina "Fàbriques per ordre" o "Fàbriques sota comanda".

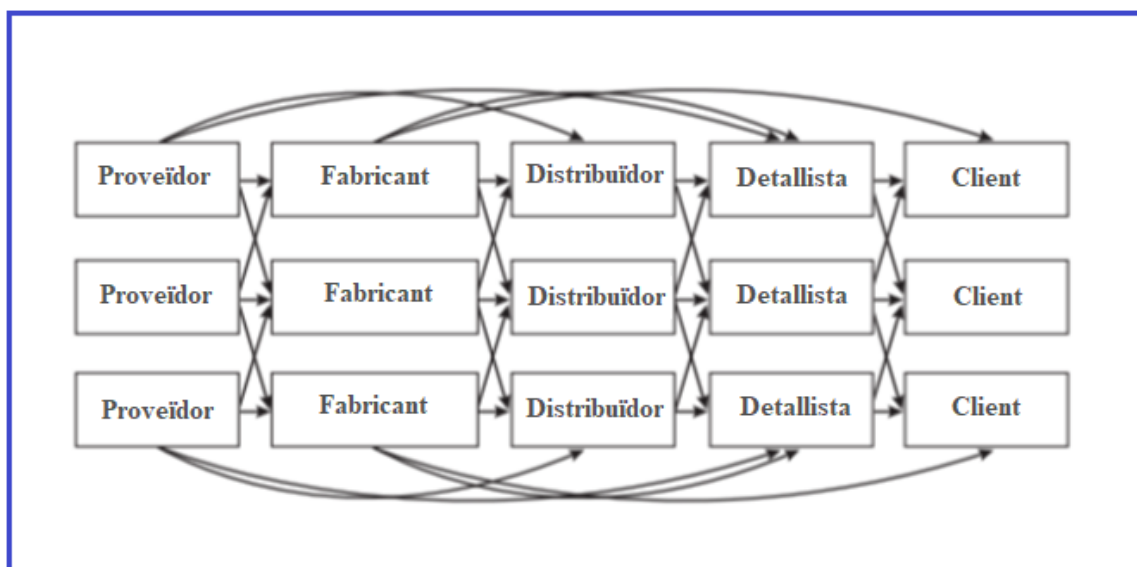


Figura 1-3.4.1: Diagrama de blocs d'una xarxa de subministrament.

Font: "Administració de la cadena de subministrament" (Meindl & Chopra, 2008).

L'objectiu d'una cadena de subministrament és (Meindl & Chopra, 2008) el de maximitzar el valor generat del funcionament de la mateixa en cada etapa. El valor que una cadena de subministrament genera és la diferència entre el valor del producte final, és a dir, la qual cosa els nostres clients paguen per aquest producte i els costos que han estat generar-vos a causa de les tasques realitzades i necessàries per a complir la petició del client.

3.4.2. *Etales de decisió en una cadena de subministrament*

La capacitat de presa de decisions per a la gestió de la cadena de subministrament és vital per a la rendibilitat i el seu correcte funcionament. Les possibles decisions que es poden prendre es classifiquen en tres grups depenent de la freqüència a la qual es pren cada decisió i del període de temps en el qual es duu a terme una decisió. A continuació, es descriuen les tres fases de decisió d'una cadena de subministrament, segons Meindl i Chopra en el seu llibre “Administració de la cadena de subministrament”:

- Estratègia o disseny de la cadena de subministrament (fase 1): en aquesta fase l'organització ha de decidir com desitja estructurar la cadena de subministrament en un horitzó temporal determinat; per a això tindrà en compte els plans de fixació de preus i de màrqueting per al producte. Per a determinar l'estructura de la cadena de subministrament, s'ha de decidir com serà la configuració de la cadena, els distribuïdors de recursos i quins, i quants i quins seran els processos que es materialitzaran en cada etapa (Nivell Estratègic).
- Planificació de la cadena de subministrament (fase 2): l'horitzó temporal que es fixa per a les decisions preses en aquesta fase és de tres mesos a un any. L'objectiu és maximitzar la rendibilitat de la cadena de subministrament dins de l'horitzó temporal, tenint en compte les restriccions establertes en la fase estratègica (fase 1). En aquesta fase es durà a terme la presa de decisions pel que fa al tipus de mercat que es proveirà, quants mercats, on es troben, el màrqueting que es desenvoluparà, la política d'inventari i l'oportunitat de la demanda. Les empreses hauran de tenir en compte la incertesa en la demanda a l'hora de prendre una decisió, així com la competència durant l'horitzó temporal establert. No obstant això, les empreses hauran d'adaptar-se a les variacions del mercat i la demanda, per la qual cosa és necessari incorporar la capacitat d'adaptació a aquests canvis de la cadena de subministrament. En definitiva, que aquesta sigui el més flexible possible.
- Operació de la cadena de subministrament (fase 3): l'horitzó temporal disminueix respecte a la fase anterior; en aquest cas és setmanal o diari. En aquesta fase, les decisions preses seran d'acord amb les comandes diàries que es proveeixen als clients (Nivell d'Operació). En aquest nivell, la meta de la cadena de subministrament és la gestió de les comandes entrants dels clients, dels inventaris o de la producció entre cadascun de les comandes. S'estableixen les dates en les quals la comanda ha de completar-se, el transport i enviament a realitzar. Això és possible ja que ens trobem en un nivell tàctic d'operació en el qual les decisions preses són a molt curt termini i això permet operar amb un nivell d'incertesa de la demanda menor en relació a les fases anteriors.

3.4.3. *Directrius en una cadena de subministrament*

Segons relata i explica Peter Meindl (Meindl & Chopra, 2008), per comprendre com una empresa pot millorar el compliment i l'eficiència de la cadena de subministrament, s'han d'examinar i estudiar les directrius lògiques i internacionals del comportament d'aquesta (les instal·lacions, el inventari, transportació, informació, aprovisionament i fixació dels preus). La interdependència i interconnexió d'aquestes directrius permeten determinar el compliment de la cadena de subministrament en termes de capacitat de resposta i eficiència. A continuació, es defineixen cadascuna d'aquestes directrius, així com el seu impacte i funció dins de la cadena de subministrament.

Les **instal·lacions** són les ubicacions físiques en la xarxa de la cadena de subministrament en les quals s'emmagatzema, s'assembla o es fabrica el producte. Es diferencien dos tipus d'instal·lacions: les destinades a la fabricació del producte i aquelles que la seva funció únicament és la d'emmagatzematge. El lloc, la ubicació, capacitat i flexibilitat de les instal·lacions juga un paper vital en el compliment de la cadena de subministrament a nivell estratègic.

El **inventari** inclou tota la matèria primera, el producte semiacabat i els productes acabats dins de la cadena de subministrament. Modificar les polítiques d'inventari pot influir en la capacitat de resposta i eficiència. Si es disposa d'un elevat volum d'inventari pot incrementar el seu cost i, per tant, disminuir l'eficiència de l'empresa. Reduir el inventari afavoreix a l'eficiència de la cadena de subministrament, encara que disminueix la capacitat de resposta. No obstant això, s'ha de tenir en compte a l'hora de definir el volum d'inventari els següents conceptes: inventari de seguretat, que és aquell que es manté en cas que la demanda superi l'esperat, amb el propòsit de disminuir la incertesa; inventari estacional, el qual es constitueix per a contrarestar la variabilitat previsible de la demanda; el nivell de disponibilitat del producte, que és la fracció de la demanda que es satisfà a temps a partir del producte que es manté en inventari.

El **transport** consisteix a moure i canviar d'ubicació el inventari d'un punt a un altre en la cadena de subministrament. El transport pot realitzar-se des de diferents rutes o trajectòries, però no s'ha de menysprear el impacte directe que té aquesta directriu en la capacitat de resposta al client. El transport dels productes està íntimament lligat amb l'eficiència de la cadena de subministrament. S'ha de transportar el producte en el termini requerit, amb la qualitat i estat del producte desitjat i minimitzant els costos lligats al transport. Per exemple, una companyia pot ser molt reactiva pel que fa a la capacitat de resposta als clients, però molt poc eficient ja que el cost associat al seu transport és molt elevat (transport aeri). O pot ser el contrari, ser eficient en quant a costos emprant transport terrestre, el qual és més barat i lent que el transport aeri, limitant així la seva capacitat de resposta.

La **informació** consisteix en dades i anàlisis de les instal·lacions, inventari, transport, costos, preus i clients al llarg de la cadena de subministrament. És un dels aspectes més importants de la cadena de subministrament ja que afecta de manera directa a la resta de directrius. La informació serveix com a connexió entre les diferents etapes de la cadena de subministrament, permetent així coordinar i maximitzar la seva rendibilitat total. L'exemple que es relata en el llibre "Administració de la cadena de subministrament" (Meindl & Chopra, 2008), posa de manifest el descrit anteriorment: "Una empresa farmacèutica disposa d'informació sobre els patrons de demanda del consumidor, per la qual cosa fabrica i emmagatzema medicaments amb anticipació a la demanda del client, això fa que la cadena de subministrament tingui una alta capacitat de resposta, ja que els consumidors trobaran els medicaments quan els precisin". La informació de la demanda pot fer-la eficient ja que la companyia farmacèutica està més ben preparada per a preveure la demanda i produir la quantitat que aquesta requereix. A més, la fa més eficient perquè pot proporcionar opcions d'enviament: establir rutes de menor cost complint els requeriments establerts.

L'**aprovisionament** és la decisió sobre qui exercirà una activitat específica de la cadena de subministrament com la producció, emmagatzematge, transport o administració de la informació. Pel que fa al nivell estratègic, aquestes decisions determinen quines funcions les durà a terme l'organització i quines es subcontractaran. Les decisions d'aprovisionament estan íntimament relacionades amb la capacitat de resposta i l'eficiència de la cadena. Fixar els preus determina quant cobra una organització pels béns i serveis que posa a la disposició de la cadena de subministrament. Aquesta decisió afecta al comportament del comprador o client, per la qual cosa també influeix en el compliment de la cadena de subministrament. Si una companyia de transport varia els seus càrrecs en relació amb el temps de lliurament proporcionat pels clients, probablement aquells que valorin l'eficiència realitzaran les seves comandes amb anticipació i aquells que valorin la capacitat de resposta estaran disposats a esperar o faran la seva comanda just abans que necessitin que es transporti el producte. Per això, si els preus es mantenen fixos, les comandes anticipades disminuiran.

Com s'ha al·ludit al inici d'aquest apartat, és important reconèixer la interdependència d'aquestes directrius pel correcte compliment de la cadena de subministrament. El bon disseny i funcionament d'aquesta posa de manifest aquesta interacció i estableix els equilibris necessaris per a complir amb el nivell de capacitat de resposta desitjat.

3.5 La logística i les TIC

La cadena de subministrament suposa la base del desenvolupament empresarial, ja que ha anat adquirint importància al llarg del temps. Aquesta ha anat millorant mitjançant la implantació i gestió de tecnologies, com són les Tecnologies de la Informació i la Comunicació, que s'han convertit en un mitjà per a adquirir un avantatge competitiu en el mercat, així com un mecanisme de desenvolupament de les organitzacions.

En l'article titulat "Tecnologies de la informació en la cadena de subministrament" de Corretja i Gómez (Corretja & Gómez, 2009), es defineix les TIC com: "l'estudi, el disseny, el desenvolupament, el foment, el manteniment i l'administració de la informació per mitjà de sistemes informàtics, això inclou no només la computadora, el mitjà més versàtil i utilitzat, sinó que també els telèfons mòbils, la televisió, la ràdio..."

El món de la tecnologia sembla evolucionar gairebé diàriament. Mantenir-se al dia amb tots els canvis que es produeixen i esdevenen a nivell tecnològic pot ser difícil per a les empreses, però aquelles que desitgen mantenir-se al corrent, han d'invertir en tecnologia i innovació per a millorar i optimitzar els processos i el servei logístic ofert al client.

Actualment, cada cop són més les empreses que empren les TIC per a la gestió de magatzems ja que permeten agilitzar, flexibilitzar i millorar el intercanvi d'informació. En la cadena de subministrament s'utilitzen per a l'optimització de rutes, el transport de productes, el càlcul d'inventaris, la traçabilitat en la gestió de comandes... Per això, aquelles empreses que implanten les TIC en la gestió de la informació, tenen un avantatge competitiu respecte a les que no ho fan en la millora de l'eficiència dels processos logístics.

Existeix una gran varietat de TIC que són emprades per a la transformació de processos logístics. Algunes de les TIC que s'empren al servei de la logística i les operacions, si tenim en compte els processos de logística d'aprovisionament, ens trobem amb el Electronic Data Interchange (EDI), també conegut com a intercanvi electrònic de dades. Consisteix en la transmissió electrònica de documents comercials normalitzats entre ordinadors, de tal manera que la informació pot processar-se sense necessitat de cap mena d'intervenció manual. Aquest intercanvi d'informació automatitzat i normalitzat entre empreses permet millorar l'aprovisionament i la gestió de la cadena de subministrament (Supply Chain Management, SCM), ja que redueix els temps d'enviament, de recepció de documents i els costos, i permet millorar les relacions comercials entre els implicats en aquesta gestió.

Pel que fa la logística interna, les TIC desenvolupades són les següents:

- El **Enterprisse Resource Planning (ERP)** és una eina de planificació de recursos d'empresa que permet gestionar de manera integrada les funcions d'aquesta. Aquest software es personalitza segons les necessitats i el procés productiu de cada organització. SAP és un dels principals proveïdors de l'entorn ERP, i el contempla com “una arquitectura de software empresarial que facilita que els ERP utilitzin una única base de dades. Això permet que el intercanvi d'informació i comunicació entre departaments sigui molt més fluid amb la finalitat d'evitar errors de redundància d'informació”.
- El **Warehouse Management System (WMS)** és un subsistema d'informació que ajuda a administrar el flux dels productes i el maneig de les instal·lacions en la xarxa logística. Aquelles operacions en les quals es controla el flux de matèries primes i entrada de les mateixes en el procés productiu, així com les ordres de comanda dels clients, poden gestionar-se a través de WMS. Comparat amb altres sistemes, el WMS permet conèixer a temps real l'ús de recursos de magatzem, reduir costos a través de l'optimització d'operacions, millorar la qualitat del servei, control de l'estoc, complir amb les especificacions de cada comanda, així com garantir la traçabilitat del producte i comanda.
- El **codi de barres** és una eina que permet capturar ràpidament la informació relacionada amb els números d'identificació de cada producte. Una millora en la gestió de la informació s'aconsegueix si tots aquells participants en la cadena de subministrament empen el mateix codi per a un producte. Els avantatges de l'ús d'aquesta eina són la millora en la planificació, millor identificació de productes, el control d'inventaris realitzat de manera més senzilla, millora en els processos d'emmagatzematge, etc.
- La **Radio Frequency Identification (RFID)**, tecnologia que empra les ones per radiofreqüència per a la identificació de productes de manera automàtica, per a això és necessari l'ús d'etiquetes especials que emeten senyals de ràdio a uns lectors que seran els que recullin aquests senyals. Els avantatges d'aquesta tècnica són la fiabilitat i rapidesa en quant a la lectura de codi en productes, també permet una major capacitat d'emmagatzematge de dades respecte al codi de barres, no és necessari el contacte visual entre lector i l'etiqueta com en el cas del codi de barres. El control d'inventari, per tant, es fa a temps real i amb una taxa d'error pràcticament nul·la. En conseqüència, aquesta tecnologia cada cop més s'utilitza en les empreses com a sistema de traçabilitat de productes.

- El **Pick up to Light** i **Pick up to Voice**. Són sistemes de Picking en els quals no es precisa de l'ús de paper, sinó de xarxes lluminoses i sistemes de veu. El Pick up to Light es basa en una sèrie d'indicadors lluminosos que guien a l'operari per a determinar les ubicacions de Picking i les quantitats a recollir. Quan l'operari realitza aquesta operació, aquest ha de prémer un botó de confirmació actualitzant així l'estoc a temps real. Per al Pick up to Voice, l'operari porta un receptor i auricular per a transmetre i rebre missatges sobre l'operació Picking en procés.

Si parlem de les TIC desenvolupades i empleades en el camp de la logística de sortida ens trobem amb:

- El **Transportation Management System (TMS)** comprèn alternatives en matèries de transport i en els seus costos, optimitzant els recursos i els costos en els serveis requerits pel client. El TMS permet la consolidació de càrregues, quan es tenen diverses comandes de petit volum, la qual cosa permet reduir costos de transport i millorar l'eficiència del procés.
- El **Consumer Relationship Management (CRM)** és una eina d'estratègia que utilitzen les empreses per a conèixer als seus clients, identificar-ne de nous i retenir-los. Els avantatges que presenta són les següents: facilitat de l'administració de la informació relacionada amb els clients augmentant la seva satisfacció, reducció de costos i millora en la productivitat gràcies a l'automatització dels processos.
- El **Efficient Consumer Response (ECR)**, també conegut com a resposta eficient al consumidor: és un model estratègic gràcies al qual cooperen clients i proveïdors per a lliurar al consumidor final el major valor possible en el producte. Les empreses han de treballar de manera conjunta amb la finalitat de satisfer els desitjos dels consumidors de manera eficient, ràpida i amb el menor cost possible. El funcionament del ECR es basa en la utilització del EDI i codi de barres, gràcies als quals s'identifica i tracen els productes i es millora l'agilitat en el intercanvi d'informació entre client i proveïdor.
- El **Global Position System (GPS)** és un sistema de satèl·lits que empra la navegació per a determinar la ubicació d'un objecte amb un elevat grau d'exactitud. Emprant el GPS es pot obtenir la ubicació exacta dels productes dins de la cadena de subministrament, monitorar les càrregues i descàrregues de productes, així com els vehicles empleats pel transport. També permet una millora en el control de flota obtenint una reducció dels costos en el transport.

3.6 La logística inversa

3.6.1. Definició

Pel que fa a la logística inversa, també anomenada logística verda, la distribució del producte es realitza des del consumidor, fins al fabricant, la qual cosa significa que el flux de transport es realitza en el sentit oposat del que es coneix com a logística tradicional. Factors com la necessitat per part del client d'un servei postvenda cada cop més competent i les necessitats de recuperació de productes per a augmentar la rendibilitat de les empreses contribueixen a la generació de flux de matèries primeres o productes en la direcció oposada al que coneixem. Això manifesta la importància que ha cobrat la logística inversa en les organitzacions, per això, és vital una gestió eficaç de la mateixa per afavorir la competitivitat de les organitzacions.

A més, els hàbits de vida i consum de la nostra societat han contribuït i contribueixen a la creixent generació de residus de diferent origen i tipologia. Cada vegada resulta més complexa la gestió d'aquesta problemàtica. Els problemes mediambientals i la conscienciació dels països a respectar i minimitzar la generació de residus, ha portat a nombrosos països a considerar la gestió dels residus mitjançant l'aplicació de la logística inversa com una part integrant de la seva economia.

D'aquesta necessitat sorgeix, per primer cop l'any 1971, el concepte de "Logística inversa" de la mà de Luttwak encara que també se la denomina distribució inversa, retrologística, logística inversa o logística de la recuperació i el reciclatge. Encara que és un concepte que es coneix des de fa relativament poc temps (en comparació amb la logística tradicional), molts experts han definit el concepte de logística inversa. Rogers i Tibben-Lembke defineixen la logística inversa (Tibben-Lembke & Rogers, 2002) com "el procés de planificació, execució i control de l'eficiència i eficàcia del flux de les matèries primeres, inventari en procés, productes acabats i informació relacionada, des del punt de consum fins al punt d'origen, amb la finalitat de recuperar valor o la correcta eliminació."

Segons REVLOG (REVLOG, 2004), "la logística inversa comprèn les operacions relacionades amb la reutilització de productes i materials incloent totes les activitats logístiques de recol·lecció, desembalatge i procés de materials, productes usats, i/o les seves parts, per a assegurar una recuperació ecològica sostinguda".

Segons Antonio Rentero (Rentero, 2018), "la logística inversa es defineix com l'estratègia en el món de la logística que consisteix en la recuperació dels residus originats per una activitat productiva o de consum".

Des d'un enfocament mediambiental, la logística inversa permet recuperar i reciclar envasos, embalatges i residus que són altament perjudicials per al medi ambient per la seva constitució i composició. No obstant això, també s'encarrega de tots els processos de retorn d'excessos d'inventari, devolucions de clients o productes descatalogats i/o obsolets (veure Figura 1-3.6.1).



Figura 1-3.6.1: Diagrama de les fases del producte en la logística inversa.

Font: [<https://www.pinterest.es/transportesdemercancia/logistica-inversa/>]

3.6.2. Logística inversa vs Logística directa

Un cop exposat el concepte de logística inversa, és necessari conèixer els avantatges i desavantatges que ofereix enfront la logística directa o tradicional. En la Taula 1-3.6.2, es recullen les principals diferències que existeixen entre la logística inversa i directa:

Taula 1-3.6.2: Comparació entre Logística directa i Logística inversa (Feal, 2008).

LOGÍSTICA DIRECTA	LOGÍSTICA INVERSA
Estimació de la demanda senzilla.	Estimació de la demanda més complexa.
Qualitat uniforme del producte.	Qualitat del producte no uniforme.
Preu relativament uniforme del producte.	Preu del producte variable.
Importància d'una entrega ràpida.	En molts casos, no és necessària una entrega ràpida.
Els costos són clars i monitorats per sistemes de comptabilitat.	Els costos inversos són menys visibles i no es solen comptabilitzar.
Gestió d'inventari de forma senzilla.	Gestió d'inventari molt complexa.
Cicle de vida del producte gestionable.	Cicle de vida del producte més complex.
Mètodes de marketing coneguts.	Mètodes de marketing més complexos.
Embalatge uniforme del producte.	Embalatge del producte sovint danyat
Negociació directa entre les parts.	Negociació més complexa per consideracions addicionals.
Informació per fer el seguiment del producte a temps real.	Visibilitat del procés molt menys transparent.
Procés de producció tradicional, consistent en muntatge, fabricació...	Processos de producció consistent en el desmuntatge i re-fabricació.
Destí/ruta clarament definits.	Destí/ruta no definits.
Opcions clares de disposició del producte.	Opcions de disposició no definides de forma clara.

3.6.3. Logística inversa en la cadena de subministrament

A l'hora de considerar la cadena de subministrament, és necessari fixar uns estàndards i normes que han de complir proveïdors, fabricants i clients, com la devolució dels productes, el reciclatge, etc; necessitats derivades de la protecció mediambiental i que provoquen canvis notoris dins de la funció logística i econòmica de la cadena de subministrament.

Segons Guide i Wassenhove (2002) existeixen cinc components que cal tenir en compte a l'hora de definir i executar la cadena de subministrament inversa (Guide & Van Wassenhove, 2002):

- Adquisició del producte. El producte usat ha de ser recuperat.
- Logística inversa. Un cop recollits, els productes usats es transporten a un cert lloc de la instal·lació per a la seva inspecció, classificació i disposició.
- Inspecció i disposició. Es proven, es classifiquen i es qualifiquen els productes retornats. Les proves de diagnòstic es poden realitzar per a determinar una acció de disposició que permeti recuperar el major volum possible. Si un producte és nou pot retornar a la cadena de subministrament principal. Uns productes poden ser triats per al seu recondicionament, mentre que uns altres es poden vendre com a deixalla o reciclatge.
- Recondicionament. Alguns productes es poden recondicionar o refabricar.
- Distribució i vendes. Els productes recondicionats o refabricats es poden vendre en mercats secundaris on els clients no estan disposats a adquirir un producte nou. En altres casos, l'empresa pot necessitar crear un nou mercat si la demanda no està present.

L'objectiu principal no és el benefici mitjançant la venda de nous productes; el que es busca, és obtenir un rendiment a partir de la valorització de productes que van ser rebutjats pels consumidors. El procés de logística inversa inclou la recollida de productes, els processos de selecció i, si fos necessari, el procés de destrucció o eliminació dels productes. Si en el procés de selecció es determina que els productes poden ser reutilitzats o refabricats per al seu ús, es faran arribar al consumidor mitjançant un canal de comercialització. Si el producte es recicla, s'incorpora com a matèria prima dins de la cadena de subministrament. La Figura 1-3.6.3, mostra el procés de manera esquemàtica.

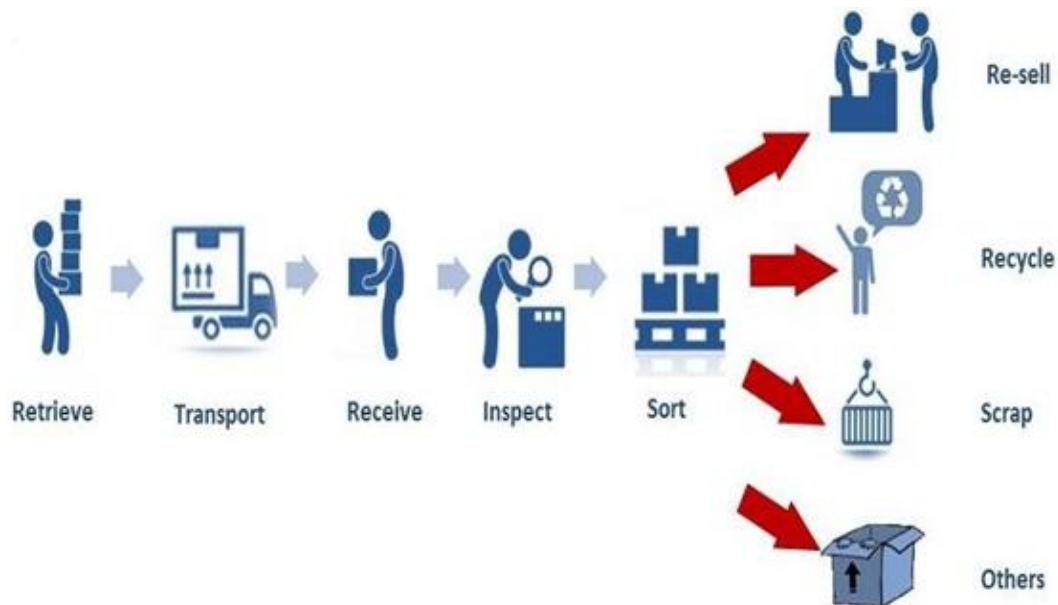


Figura 1-3.6.3: Diagrama de les fases de la logística inversa o “logística verda”, en la cadena de subministrament.

Font: [https://www.linkedin.com/reverse-logistics-boon-effective-supply-chain-bhatia/]

Tot això, permet reduir el volum de deixalles i contribuir de manera positiva en el impacte mediambiental, implantant així en les empreses el que es coneix com la jerarquia de solucions verdes: primer la disposició, després el reciclatge, posteriorment la reutilització i, finalment, la reducció de recursos. Existeixen diferents exemples de logística inversa que estan triomfant en el mercat. Per exemple, la reparació d'electrodomèstics torna a cobrar importància en el mercat gràcies a una nova mentalitat i concepció del consumidor respecte a la reutilització. La incineració de residus permet donar utilitat aquells productes que estaven destinats a la seva destrucció obtenint-se així energia útil, ja sigui elèctrica o tèrmica.

4 | APLICACIÓ DE LA I4 A LA LOGÍSTICA

Part 4. Aplicació de la I4 a la logística

Tal i com s'explica en el capítol dedicat a la I4, cada cop són més les organitzacions que aposten per una logística digitalitzada. La gestió de la innovació permet a les empreses reaccionar davant noves oportunitats per tal de poder llançar noves idees, productes i serveis.

En aquest capítol s'aborden les diferents tecnologies que presenta la I4 en l'àmbit de la logística. S'explicaran les seves aplicacions en el camp de la logística, exposant exemples concrets d'implantació i ús en diferents organitzacions.

4.1 Introducció

La digitalització està en plena expansió en el sector industrial i logístic. El motiu no és un altre que la feroç competitivitat existent entre les organitzacions. Per això, les empreses inverteixen en l'aplicació de diferents tecnologies per al desenvolupament automatitzat de les operacions: per exemple, en els processos de fabricació i distribució mitjançant l'aplicació del IoT, gràcies al qual, s'ha aconseguit un avanç en la interconnexió de la xarxa entre la producció i l'emmagatzematge i distribució d'aquests, permetent fins i tot la fusió entre aquestes operacions.

Un recent estudi elaborat per McKinsey (Shah, Naghi Ganji, Mabbott, & Bat, 2018) va revelar que per aquest mateix any 2020, un de cada cinc cotxes estaran connectats a Internet. Els vehicles connectats i autònoms precisen de la tecnologia necessària per a comunicar-se i intercanviar informació de forma telemàtica amb altres vehicles, infraestructures o altres dispositius i xarxes externes. En definitiva, un vehicle autònom és capaç de conduir sense presència humana. Aquest no és més que un altre exemple que posa de manifest el que s'ha exposat en apartats anteriors: ens movem cap a una indústria digitalitzada i intel·ligent capaç de fabricar productes intel·ligents.

L'aplicació de les eines tecnològiques busca satisfer la demanda dels clients, però no de forma puntual, sinó constant i eficient. Això porta a les organitzacions a experimentar canvis en els seus sistemes productius i estructures d'organització, amb la finalitat d'aportar el màxim valor a la seva producció.

Si es reprèn el concepte de indústria 4.0, aquesta proporciona eines i tecnologies, la funcionalitat de les quals és donar suport i enfortir la integració de l'empresa, així com la millora substancial dels sistemes. Per tant, "ja no es pot limitar l'enfocament empresarial a una simple evolució de negoci i la tecnologia, sinó que s'ha d'adaptar a una revolució en la forma de veure les coses" (Álvarez-Palau & Viu, 2018).

Aquesta cita explica la importància a l'hora de concebre la digitalització en les organitzacions: per exemple, en el camp logístic, les empreses no sols s'han de preocupar per realitzar les coses cada vegada millor, sinó que també han de prestar especial atenció a la competència en el mercat, que cada dia és més exigent. La implementació de la funció logística cada cop és més autònoma emprant vehicles automatitzats (AGV, Automated Guided Vehicle) guiats per radiofreqüència o wifi, l'ús de drons, robots, ..., l'ús de tècniques de fabricació additiva més pròximes als clients mitjançant la impressió 3D, el IoT emprant sensors capaços de connectar els objectes físics amb la xarxa, la realitat augmentada emprant "smartglasses" en activitats de picking, l'emmagatzematge massiu de dades o Big Data, i la revolució de la mà de Amazon davant el lliurament de qualsevol producte en qualsevol moment i en qualsevol lloc, han suposat uns dels grans reptes i tendències que estan revolucionant la indústria de la logística contextualitzada en la "digitalització" o "era digital".

La logística 4.0 engloba les tecnologies que s'apliquen en tota la cadena de subministrament i que permeten connectar digitalment tant amb els proveïdors com amb els clients mitjançant el transport i distribució. Permet una major optimització de la cadena de subministrament, dels processos integrats en aquesta, de la planificació de la producció en funció de la previsió de la demanda, reducció dels estocs, millora de les rutes, geolocalització de productes, destinacions i vehicles, i garanteix una traçabilitat de la mercaderia.

Per a aconseguir implantar una logística digitalitzada i interconnectada, es precisen de les tecnologia de la I4. A continuació, s'exposen alguns tipus de tecnologies de la I4 capdavanteres en l'àrea logística que permeten millorar i optimitzar les operacions logístiques en les organitzacions:

- L'ús del "Internet of Things" (IoT) en els processos logístics per a guiar als empleats, eliminar errors...
- L'etiquetatge intel·ligent mitjançant la identificació del producte emprant RFID, mòdems GPRS, assegurant la traçabilitat dels productes en la logística interna.
- Els robots o robòtica col·laborativa, com són els AGV o vehicles guiats automàticament capaços d'interactuar amb l'entorn, transportant els productes en la planta de forma totalment autònoma i garantint la seguretat en la interacció home-màquina.
- El Blockchain, el qual permet certificar la traçabilitat dels processos logístics.
- La simulació emprada per a les tasques relacionades amb la distribució del layout o gestió de la planta dels magatzems.

- Els drons, dispositius capaços de realitzar les operacions de control d'inventaris, transport de paqueteria o fins i tot inspeccionar els processos de fabricació.
- La Integració col·laborativa d'eines permetent que la informació que es transfereix de manera digital ho faci a través de tota la cadena de subministrament, obtenint així un control i gestió de la mateixa totalment digitalitzat. La realitat augmentada en les operacions de Picking, de control d'inventaris.
- La realitat augmentada en les operacions de Picking, de control d'inventaris.

Actualment, les grans empreses concentren tots els seus esforços per a fer ús de les tecnologies que proporciona la I4 i aconseguir la digitalització de les seves cadenes de subministrament. Això comporta un cost elevat, sobretot aquelles tecnologies que ho suposin seran adoptades als processos de manera progressiva i gradual. Moltes són les empreses que ja estan aplicant les tecnologies de la I4 en els seus processos i productes. Aquest capítol, es centra en explicar les tecnologies més rellevants aplicades en les organitzacions, així com el seu impacte concretament en el sector logístic, aconseguint així una eficiència i millora en les principals funcionalitats que tenen lloc en aquesta àrea.

4.2 Big Data

Amb la irrupció del Big Data en el món de la logística fa ja alguns anys, els operadors logístics van començar a adonar-se del potencial d'anàlisi de dades per a optimitzar cadascun dels passos de la cadena de subministrament. Ja que darrere de cada moviment, mercaderia o sistema, existeixen bits d'informació que és possible recollir, emmagatzemar i explotar per a aconseguir conclusions amb les quals realitzar previsions i automatitzar processos.

En el nou paradigma de la logística 4.0, el Big Data exerceix un paper central per a la gestió d'un magatzem. Tot i això, apareixen algunes incògnites com per exemple: d'on obtenir les dades apropiades per a entendre millor el funcionament de la cadena de subministrament o quines aplicacions pràctiques té el Big Data en aquest sector.

Pel que fa al lloc d'on extreure les dades per a optimitzar la cadena de subministrament, el Big Data treballa amb tot aquell conjunt d'informació que és impossible analitzar mitjançant mètodes tradicionals, incloent tant dades estructurades com desestructurats:

- Les dades estructurades són les que la companyia té ja recopilades, o que pot recopilar, perfectament organitzades i llestes per a la seva explotació.
- Les dades desestructurades són registres dispersos i heterogenis, que s'han de netejar i normalitzar per a la seva interpretació.

Aquesta informació s'extreu de diferents fonts de dades a la disposició dels responsables de logística o de les cadenes de subministrament en les empreses.

I pel que fa a les fonts per a l'anàlisi del Big Data en la logística 4.0 són les següents:

- Sistemes d'operacions tradicionals: faciliten informació relacionada amb mètriques importants per a la logística de l'empresa, com per exemple els temps de preparació de comandes, de lliurament o el percentatge d'èxit al primer intent.
- Activitat de la flota de transport: mitjançant la instal·lació de sensors, al costat de les tecnologies de geolocalització, és possible controlar amb precisió horaris, recorreguts i consum de combustible.
- Informació meteorològica i del trànsit: agències estatals i privades emeten puntualment i amb precisió qualsevol avís sobre el temps o l'estat de les carreteres.

- Previsions econòmiques: són útils tant les prediccions generals, a nivell mundial o nacional, com les estimacions comptables que efectua cada empresa.
- Comportament online dels usuaris: el nombre de visitants que registra el lloc web de la companyia, el patró de navegació que segueixen, els productes més ben posicionats i més demandats a la botiga online... Tots aquests senyals són molt importants pel maneig de dades.
- Alertes de desproveïment dels punts de venda: saber quan un producte està a punt d'esgotar-se en un distribuïdor contribueix a una millor planificació de les comandes tenint en compte el “lead time” que es maneja.

El Big data presenta infinitat d'aplicacions en diferents àrees com la medicina, el govern, la indústria manufacturera, la logística, en l'educació, en els mitjans socials, seguretat, en IoT, ..., o en les tecnologies de la informació en general. A continuació s'exposen alguns dels usos del Big Data en la logística 4.0, a fi de conèixer quins són els principals avantatges obtinguts en aquesta àrea gràcies a l'aplicació del Big Data.

Les àrees que treuen un major profit de la optimització de processos gràcies al Big Data són les següents:

- Control d'estoc: En el camp de l'optimització de la gestió d'estoc, un software de gestió de magatzem com per exemple el “Easy WMS” de Mecalux, aprofita tota la potència del Big Data per a guardar informació important sobre els fluxos de materials que es produeixen en el magatzem i, en funció d'aquests, optimitzar la ubicació de les mercaderies per a així aconseguir la màxima rendibilitat possible.

El paradigma de l'aplicació del Big Data en el magatzematge és el sistema d'ubicacions lliure o magatzem caòtic. En aquest context, tots els processos estan automatitzats (SGA, Sistema de Gestió de Magatzem), el que determina on s'ha de col·locar cada mercaderia a cada moment.

Una dels avantatges del magatzem caòtic és la seva flexibilitat i la seva capacitat per a adaptar-se a tota mena de variacions en la demanda i en l'estoc. En aquest sistema, el SGA està contínuament recollint i processant dades, amb les quals automatitza la presa de decisions. D'aquesta manera, els operaris simplement han de seguir les instruccions per a situar els productes en el seu lloc òptim.

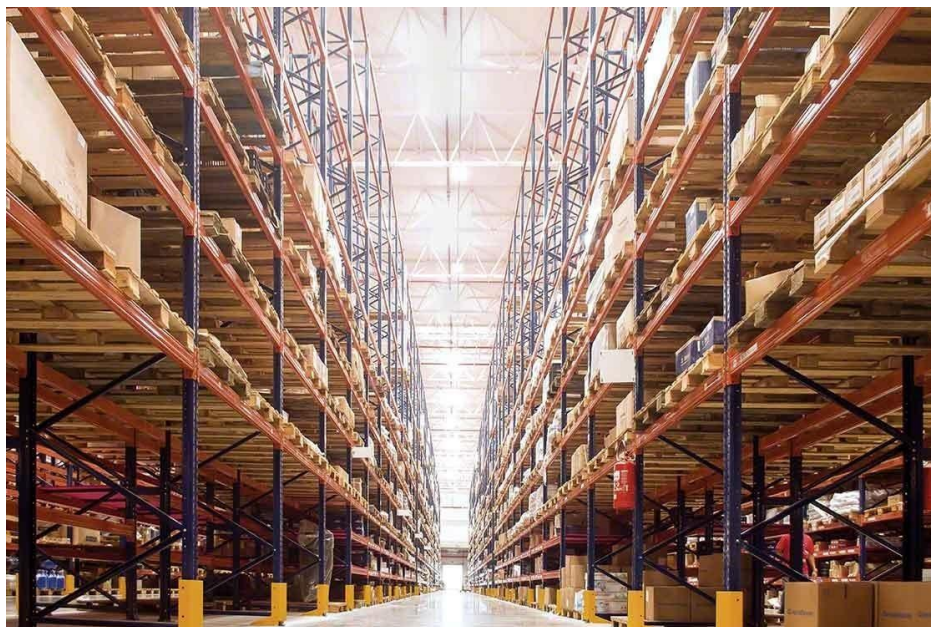


Figura 1-4.2: Imatge d'un magatzem on s'aplica el SGA per tal de portar un control exhaustiu del inventari a temps real.

Font: [https://www.mecalux.es/blog/big-data-logistica]

- Atenció personalitzada als clients: Gràcies a la unió entre el Big Data i els registres del CRM (Customer Relationship Management), és possible avançar-se a les necessitats dels clients i, en funció del seu consum previ, detectar si s'han produït incidències en anteriors transaccions, que poden treure a la llum problemes de gestió en el magatzem o en el transport. D'altra banda, aquestes dades també poden utilitzar-se per a oferir un servei més personalitzat al client des del magatzem (per exemple, usant un embalatge especial).

L'objectiu és aconseguir una base de dades dels clients, permetent als proveïdors i a les empreses de transport tenir la possibilitat d'estimar la satisfacció del client i minimitzar el nombre de clients descontents. Això vol dir que la recollida i anàlisi dels comentaris dels clients pot garantir una millora de la qualitat i innovació de nous serveis.

Tradicionalment això era possible mitjançant la realització d'enquestes a clients i l'emmagatzematge de dades en els sistemes CRM, com s'ha explicat. Un clar exemple d'això, són les xarxes socials, d'on es poden extreure i analitzar de manera automàtica les informacions i comentaris rellevants dels clients, per a permetre a les organitzacions millorar en qualitat i eficiència.

- Manteniment preventiu: El Big Data en la logística 4.0 ajuda a assegurar el correcte funcionament de tota mena de màquines i sistemes automàtics, prevenint avaries i aturades en l'activitat de l'empresa gràcies al manteniment preventiu programat. Això eleva el valor predictiu i redueix significativament el risc de qualsevol inversió a llarg termini, especialment en la infraestructura, i garanteix una millor planificació de recursos a nivell estratègic.
- Ajust dels fluxos de distribució i de les rutes de transport: A mesura que es recullen i analitzen més dades dels processos de distribució, es produeix el "Machine Learning". Per exemple, el software de gestió de flotes aprèn i va creant rutes cada cop més ràpides, senzilles i optimitzades per al lliurament dels productes. Funcionament molt semblant al del SGA, el qual és capaç d'avaluar i analitzar l'històric d'estoc per a gestionar les millors ubicacions per a cada mercaderia en el magatzem.

En conclusió, l'aplicació del Big Data en la logística de les empreses permetrà, sens dubte, una gestió més eficaç dels processos. Si les companyies comencen a incorporar aquestes noves tecnologies en les dinàmiques de treball, comportarà una important optimització del sector, la cadena de subministrament serà més rendible i s'oferirà una millor experiència de compra al client.

Pel que fa a les plataformes creades en els darrers anys de Sistemes Big Data, les més significatives i conegudes que s'utilitzen s'exposen a continuació:

- **Hadoop** és una plataforma informàtica escrita en llenguatge de programació Java per a l'emmagatzematge distribuït i processament de conjunts de dades emmagatzemades en grans agrupacions. Va ser creada l'any 2005 per Doug Cutting i Mike Cafarella. Aquesta plataforma es distribuïda sota la llicència de Apatxe, de software lliure i de codi obert.
- **Spark** és un marc de treball de computació de codi obert desenvolupat originalment a la AMPLab a la UC de Berkeley. Una de les principals diferències entre aquesta plataforma i la anterior és que Spark s'executa en la memòria, la qual cosa fa que l'accés a les dades sigui molt més ràpid.
- **Hadoop Streaming** és una plataforma que sorgeix a partir de la primera. Permet escriure, mapejar i reduir funcions en qualsevol llenguatge de programació o scripting que admet dades estàndard. Aquesta característica fa que sigui molt flexible i pot ser utilitzat fàcilment per un gran nombre d'usuaris.

Es pot concloure que l'aplicació del Big Data ha comportat la creació de nous models de negoci en el camp de la logística. Les empreses de transport i logística poden aprofitar l'enorme quantitat de dades relacionades en la cadena de transport, la recollida i lliurament de productes per a generar nous actius d'informació i amb això, nous models de negoci.

En aquest sector, Alibaba és una de les principals empreses de comerç electrònic del món; de fet, és el principal competidor de Amazon. Alibaba empra el Big Data com un dels seus principals pilars, ja que, gràcies a l'anàlisi de dades dels seus clients, pot anticipar-se als seus desitjos, realitzar suggeriments, gestionar el lliurament de les comandes, etc.

El CEO de la companyia Daniel Zhang, ha assegurat que l'anàlisi mitjançant Big Data està alterant l'economia respecte a com es concebia: "L'economia de mercat i la planificada s'estan quedant enrere, ja que el Big Data està transformant el propi mercat, a un mercat intel·ligent, en el que l'anticipació és la norma de les empreses". Així ho va apuntar en el Big Data Expo que va tenir lloc a la ciutat de Guiyang, l'any 2017. Tal és la implicació de l'empresa amb les tecnologies de la I4 i, concretament amb el Big Data, que l'any 2018 Alibaba va comprar el 38% de l'accionariat de l'empresa Shiji Retail Information Technology per un valor de 486 milions de dòlars, la missió de la qual és donar suport als seus clients emprant tecnologies capdavanteres en el sector hostaler, indústria, comerç minorista i en la tecnologia d'entreteniment.

4.3 Internet of Things (IoT)

Els dispositius IoT han modificat la manera de viure del món, i no sols a nivell personal. La majoria de les empreses fan ús d'aquestes eines per a fer créixer els seus negocis, i la indústria del transport i la distribució no és una excepció. El IoT aplicat a la logística permet millorar els processos productius en cadascuna de les seves fases. A més, impulsa la rapidesa i l'eficiència en les cadenes de subministrament. Aquesta tecnologia permet l'automatització industrial, que redueix temps i estalvia costos per tal de que la mà humana aportí valor afegit.

L'aplicació del IoT potència l'àmbit del transport de mercaderies. Optimitza el calendari dels transportistes, disminueix els temps d'enviament i incrementant l'eficiència. A més, facilita la informació de l'enviament al client per tal de millorar l'experiència de venda.

Tota la informació generada pels dispositius hiperconnectats es poden monitorar fàcilment a través de qualsevol telèfon intel·ligent. A continuació, es desglossen els beneficis que es desprenen de la integració del IoT en el món logístic.

Un dels espais que obté un major benefici de l'aplicació del IoT són els **magatzems**, els quals són la pedra angular de tota indústria logística. Es tracta del lloc on es conserven els productes que rebran els clients. La seva gran grandària i el nombre elevat d'elements que contenen, fan necessari un sistema de gestió. La tecnologia IoT ofereix, per exemple, sistemes que permeten conèixer en tot moment quines ubicacions hi ha disponibles en els magatzems, això agilita l'entrada i sortida de mercaderies. Alguns dels paràmetres monitorats gràcies al IoT són:

- Informació del producte: L'aplicació de dispositius hiperconnectats en l'estoc industrial possibilita obtenir certes dades a temps real. El pes, les dimensions i les unitats del producte són només alguns dels factors que poden controlar-se en tot moment gràcies al IoT.
- Control energètic: Es poden integrar mesuradors que controlin i analitzin l'energia restant de la flota de vehicles i instal·lacions de l'organització. Això acaba per generar un estalvi considerable en consum energètic i de combustible.
- Detecció d'errors: El IoT aplicat a la logística també permet detectar errors o fins i tot accidents respecte al manteniment de les mercaderies. Això millora la prevenció de riscos laborals i la pèrdua d'estoc.
- Gestió del temps: Una altra de les possibilitats d'aquesta tecnologia és la de controlar el temps que es destina a cada tasca i l'espai que hi ha disponible en el propi magatzem. Així, millorant la productivitat i l'equilibri en la repartició de tasques.

Un exemple de l'aplicació del IoT als magatzems serien les prestatgeries equipades mitjançant sensors de pes i de dimensions, els quals siguin capaços d'avisar si el palet que s'ha col·locat en una determinada ubicació, correspon o no amb el qual teòricament s'ha establert que ha de tenir. Així mateix, els carretons emprats per al transport en un magatzem, poden estar equipats amb sistemes de prevenció d'accions, detenint el vehicle si aquest es troba pròxim a objectes o persones, optimitzant les rutes, minimitzant-les i per tant, reduint el costos. A més, mitjançant l'ús de IoT, es pot preveure els llocs d'ubicació dels palets que es rebin a una hora determinada, amb un tipus de mercaderia específica, i amb unes dimensions conegudes, sense que el camió hagi arribat a la nau corresponent.

Un altre dels àmbits en el que el IoT ha tingut un impacte rellevant ha estat en el de la **protecció de d'articles**. Els dispositius hiperconnectats ajuden a evitar danys en els productes. A més, faciliten un control exhaustiu dels articles emmagatzemats. Alguns dels paràmetres monitorats són:

- Control de temperatura: Existeixen sistemes capaços de monitorar les condicions d'humitat i temperatura dels paquets que s'estan transportant. D'aquesta manera és possible controlar si la comanda es troba en un estat de conservació òptim o si per alguna raó no s'està mantenint en la temperatura ideal.
- Seguretat: El IoT també té aplicacions per a millorar la prevenció de robatoris o per a evitar la destrucció de mercaderies per part de tercers. Alguns dispositius permeten detectar quan i de quina manera s'estan manipulant els contenidors en els quals es conserven els articles.
- Evolució de l'enviament: És possible determinar on es troba cadascun dels articles que transporta la flota de vehicles gràcies a l'ús d'aquesta tecnologia. Tant la pròpia indústria com el client poden comprovar en temps real on es troben els seus articles.

Gràcies a la tecnologia del IoT, s'estan desenvolupant sistemes en el sector logístic de la protecció d'articles, com l'embalatge intel·ligent. Aquest es basa en diferents tipus de sensors que són els responsables d'enviar la informació a temps real, permetent conèixer característiques rellevants a prop de l'estat del contingut de cada comanda com, la geolocalització (on se situa la comanda en el mapa en temps real), termòmetre (conèixer la temperatura del producte sobretot en producte alimentosos o farmacèutics), la humitat i sensors de moviments i cops (amb la finalitat d'analitzar el comportament de l'enviament i si algun producte ha pogut sofrir algun mal durant el transport). Tal i com es pot observar, aquests són els paràmetres mencionats anteriorment englobats en el procés d'embalatge intel·ligent.

Aquesta hiperconnectivitat mencionada anteriorment, ajuda a l'optimització del **transport**, aspecte clau de la logística de qualsevol organització. Un dels majors reptes que es veuen obligats a superar els transportistes és la “última milla”. Es tracta de l'últim tram que recorren els conductors i que sol posicionar-se en sòl urbà. Per això, el transport s'alenteix en gran manera en l'últim moment. No obstant això, el IoT aplicat a la logística ajuda a determinar quin és el camí més ràpid i menys transitat per a arribar a la destinació i poder lliurar la comanda. Els dos paràmetres ha tenir en compte són:

- Rutes: Algunes eines del IoT permeten obtenir informació per a escurçar les rutes i així estalviar temps i combustible. Existeixen sensors capaços de detectar accidents de trànsit a molta distància o fins i tot embussos. No sols s'aplica al transport terrestre, sinó que pot integrar-se en vaixells o avions.
- Flota: La tecnologia IoT revela la quantitat exacta de vehicles disponibles per a executar el transport. A més, mostra en quin estat es troben: en marxa, detinguts, aparcats... També existeixen sensors que monitoren les emissions de CO₂ per a assegurar la sostenibilitat, tema cada cop més rellevant per les organitzacions.

A nivell de transport, l'ús del IoT permet disposar d'informació en temps real sobre el servei de distribució física (sobretot el de “última milla” que està relacionat amb el lliurament directe al client). Aquest nivell informatiu pot estar relacionat directament amb el vehicle que fa el repartiment i el seu conductor (compliment de rutes i horaris de lliurament ajustats amb ajuda de GPS, obertura de portes del vehicle, seguretat dels productes per equivocació en repartiment i també aspectes relacionats amb mercaderia a temperatura controlada), i/o també amb els productes que es transporten per a repartiment dins del mateix (error en direcció de lliurament, confirmació de lliurament correcte, indicació de possibles cops o trencaments en producte sense haver obert l'embalatge per a la seva comprovació, etc).

Un cop vistes les aplicacions gairebé infinites dels dispositius del IoT, es pot concloure que en el cas del sector industrial s'interconnecten mercaderies, magatzems, sistemes, infraestructures i vehicles, entre altres elements. Es pot afirmar que el IoT aplicat a la logística és el responsable de la digitalització d'aquest àmbit professional.

Si es tracta de fer prospeccions de futur, cal tenir en compte que actualment només l'1% dels objectes del món estan connectats. Amb aquestes xifres les possibilitats ja són àmplies així que només cal imaginar com evolucionarà aquesta tecnologia en el moment en el que el seu ús s'estengui per complet.

Finalment, per tal de posar alguns exemples d'organitzacions les quals han realitzat grans inversions en aquesta àrea, es pot parlar de ABB, Bosch, GE (General Electric) o Rockwell Automation. Aquestes organitzacions han donat un gran valor a sectors de la logística com el manteniment preventiu, la seguretat i protecció dels seus productes i dels seus empleats i el monitoratge d'equips entre d'altres, la qual cosa les a portat a ser empreses pioneres en els seus respectius camps.

4.4 RFID

La tecnologia RFID no és una de les tecnologies principals de la indústria 4.0, tot i això, aquesta s'inclou en l'àmbit del IoT, i per tant, s'ha inclòs en aquest apartat ja que ha suposat un gran avanç pel que fa al desenvolupament de les tècniques de radiofreqüència enfront dels mètodes tradicionals.

Els mètodes d'identificació per radiofreqüència tradicionals són laboriosos i, encara que van ser els primers que es van utilitzar, continuen sent usats en l'actualitat. L'ús de codi de barres es va convertir en el mètode dominant enfront dels mètodes tradicionals a causa de la seva precisió i facilitat d'ús. No obstant això, l'ús de la lectura de codi de barres exigeix entorns nets amb una línia de visió directa des del lector, i aquest s'ha de situar pròxim a l'etiqueta. No obstant això, el mètode que predomina en el mercat en l'actualitat és el RFID.

El desenvolupament de les tècniques de radiofreqüència (RF) ofereixen avantatges enfront de la identificació mitjançant codi de barres, com per exemple, que en la lectura no interfereix l'estat de l'entorn. En general, un sistema RFID sempre es compon de dos elements: el transponedor, que es troba en l'objecte a identificar, i el detector o lector, que, depenent del disseny i la tecnologia utilitzada, podrà ser un dispositiu de lectura o escriptura/lectura. Un lector normalment conté un mòdul d'alta freqüència (transmissor i receptor), una unitat de control, i un element d'acoblament al transponedor. A més, molts lectors estan equipats amb una interfície addicional per a permetre-li reexpedir les dades rebudes a un altre sistema com pot ser un PC, entre altres.



Figura 1-4.4: Imatge d'una lectura d'un producte mitjançant el sistema RFID.

Font: [https://www.tea-adhesivos.com/etiquetas/rfid/]

En definitiva, la tecnologia RFID ofereix molts avantatges: lectura omnidireccional, cicles de lectura curts, etiquetes regrabables i una capacitat d'emmagatzematge de les mateixes elevada. Les etiquetes regrabables obren la possibilitat d'una gestió descentralitzada de les dades: la informació específica de l'objecte pot emmagatzemar-se, actualitzar-se i recuperar-se en qualsevol moment en el transponedor sense necessitat de connectar-se a un sistema superior.

Un cop explicat el funcionament de la tecnologia RFID, es pot afirmar que té una àmplia aplicació en la gestió de la cadena logística. A més de fer el control de moviment i emmagatzematge de materials al llarg dels processos logístics; optimitza el temps, redueix costos de distribució i moviment de materials i millora els serveis i l'atenció al client.

La funcionalitat de la tecnologia RFID facilita la gestió i agrega valor als productes i serveis. Els treballadors poden actuar en activitats que agreguen un major valor al producte, la qual cosa tindrà impacte directe en els resultats de l'empresa amb una gran millora en la productivitat i atenció al consumidor. L'aplicabilitat de la RFID funciona per a emmagatzemar dades de productes; enviar indicadors d'humitat, temperatura i, combinat amb un GPS, informar de la ubicació precisa del producte.

Depenent de l'entorn, aquesta tecnologia pot aconseguir altures superiors a 10 m. Aconsegueix llegir i gravar dades (la lectura no necessita ser estàtica i en línia recta com en el codi de barres), a més de capturar la radiofreqüència d'objectes en moviment no uniformes. La distància de captura és superior al lector òptic i aconsegueix gravar un codi únic i no alterable de productes i peces.

La tecnologia RFID associada a sensors de temperatura possibilita, per exemple, de informar de la temperatura en petits intervals de temps. Aquestes dades poden ser monitorades per un software i enviar alertes per al control de la situació de pacients en hospitals. El monitoratge de temperatures també és útil per a processos de fabricació i logística de productes. En la indústria d'aliments, per exemple, s'utilitza en el monitoratge de la temperatura dels productes amb més facilitat de fer-se malbé durant la distribució i el lliurament, com una manera de garantir que les condicions són les adequades pel consum.

Una altra aplicació molt comuna en el sistema, és la identificació d'equipatges en els aeroports. L'etiqueta RFID situada en les pertinences del client aconsegueix relacionar l'amo de l'equipatge, el seu vol i la seva destinació. Aquest monitoratge ajuda a evitar pèrdues i endarreriments, a més d'augmentar la seguretat i agilitat en cas d'operacions de vol i redireccions. En el camp de la logística, l'aplicabilitat funciona per a agregar flexibilitat, intel·ligència i seguretat als processos, tal i com s'ha explicat en els exemples anteriors.

Els principals beneficis de la tecnologia RFID en l'àmbit de la logística són:

- Optimització dels processos de fabricació amb la rebuda automatitzada de dades i control de la producció sense necessitat d'espera de notificacions.
- Producció personalitzada de productes en les línies de muntatge.
- Automatització, control i proveïment d'estocs.
- Registre automàtic de les entrades i sortides de materials.
- Optimització de revisió de preus, ítems en falta, devolucions i data de caducitat dels productes.
- Practicitat en la proporció de continguts situats fora de l'abast visual.
- Agilitat i reducció d'errors en els lliuraments de comandes als clients.
- Guany de temps en moviments i ubicacions de materials.
- Captura àgil i simultània de diverses etiquetes amb eliminació dels processos de lectura "un a un" del codi de barres.
- Garantia d'autenticitat dels productes amb enregistrament de codi únic no alterable.
- Rastreig de productes, persones, animals i objectes.
- Garantia de captura de l'etiqueta RFID amb enregistrament i registre de data i hora de la lectura.
- Agilitat i reducció de mà d'obra per a fer el inventari de productes i materials.

Amb una àmplia funcionalitat i múltiples beneficis, la tecnologia RFID pot ser un diferencial competitiu en la sostenibilitat dels negocis, però necessita solucions específiques en diferents situacions, com a abast de radiofreqüència, interferència, barreres a les ones de ràdio, compatibilitat de maquinari i software, fonts d'energia i estructures de codis estandarditzats.

Alguns factors poden dificultar l'ús, com a obstacles en la propagació de les ones de ràdio i metalls que afecten en la distància de la captura, a més de líquids i el propi cos humà, que pot impedir la captura. Per tant, per gaudir dels nombrosos beneficis de la tecnologia RFID, és important elaborar un ampli projecte considerant tots els processos involucrats abans d'aplicar les etiquetes en els materials.

Una de les milers d'organitzacions que fa ús d'aquesta tecnologia és Inditex. Empresa líder en el sector tèxtil, que fabrica més de mil milions de peces a l'any amb cinquanta mil referències diferents. Per això, un dels compromisos de l'organització és garantir al client en tot moment el producte demandat, és a dir, el coneixement de la traçabilitat del producte des de l'ordre de comanda realitzada pel client, fins a l'arribada del producte a aquest. Per tal d'aconseguir això, l'any 2016, el grup tèxtil Inditex va desenvolupar un sistema RFID personalitzat per a les seves necessitats.

Mitjançant l'assignació d'un codi o "matrícula" a cada producte, els hi va permetre el control unitari de cadascun d'ells. L'objectiu d'aquesta implementació no és una altra que poder localitzar en temps real on es troba el producte que el client ha demandat; d'aquesta manera, el procés logístic s'optimitza permetent realitzar els lliuraments als clients en qualsevol botiga del grup en un màxim de 48 hores.

El xip que conté tota la informació del producte per al sistema RFID està personalitzat pel grup Inditex, de tal manera que, en el moment en que el producte es llegeix a caixa i es realitza el pagament, les dades del xip són esborrades. Això permet reutilitzar codis de peces per a altres noves. No obstant això, aquesta tecnologia s'empra per a controlar la distribució a un nivell de detall exhaustiu d'aquells productes "perduts", fruit de robatoris per part de clients, empleats, frauds de proveïdors o simplement alguns errors de gestió que suposen a la companyia una reducció del 0,8% dels guanys obtinguts de les seves vendes totals.

De la mà d'Inditex, es troben les companyies Decathlon i El Corte Inglés (ECI), empreses que estan fent front al comerç online i la logística inversa emprant la tecnologia RFID. Tal i com s'ha comentat en paràgrafs anteriors, la satisfacció del client i la rapidesa en el lliurament de les comandes realitzades prevalen en la gestió del comerç online. Per això, la visibilitat dels productes i traçabilitat dels mateixos al llarg de la cadena de subministrament cobra especial importància (veure Figura 2-4.4).



Figura 2-4.4: Diagrama de la traçabilitat d'un producte al llarg de la cadena de subministrament mitjançant el sistema RFID.

Font: [<https://www.tea-adhesivos.com/etiquetas/rfid/>]

Gràcies a l'ús del RFID, ECI i Decathlon són capaços de controlar les recepcions de productes i expedicions, els moviments entre les botigues, inventaris logístics, devolucions, prenent el domini dels seus processos logístics.

En definitiva, el RFID no sols garanteix la traçabilitat de productes, sinó que optimitza la cadena de subministrament, obtenint-se així un rendiment més alt per a les organitzacions.

4.5 Simulació

La simulació, la qual es podria incloure com a una de les tecnologies secundàries de la indústria 4.0, es defineix com “la imitació de l’operació d’un procés o sistema del món real al llarg del temps”. Imitar un procés del món real permet a les organitzacions estudiar la variabilitats i factors que afecten el sistema en un entorn controlat. La simulació és una eina per a avaluar l’acompliment d’un sistema, existent o proposat, sota diferents configuracions d’interès i durant llargs períodes de temps real.

Pel que fa a la metodologia del procés de simulació i la seva planificació es requereixen els següents passos:

- Formulació del problema.
- Recol·lecció i processament de la informació requerida.
- Formulació del model matemàtic.
- Avaluació de les característiques de la informació processada.
- Formulació d’un programa per a computadora.
- Validació del programa de computadora.
- Disseny d’experiments de simulació.
- Anàlisis de resultats i validació de la simulació.

Un exemple d’aplicació de la simulació en la indústria és la identificació de possibles “cuellos de botella” d’un procés productiu (activitat o fase de la producció que sol ser més lenta o costosa i, per tant, genera temps de parada i retards en la resta de la línia de producció), la qual cosa permet augmentar la productivitat i capacitat de l’empresa. La tecnologia de la simulació també pot utilitzar-se per a identificar oportunitats en quant a l’estalvi en costos de recursos humans; elaborar la distribució en planta o lay-out d’un procés productiu... entre moltes altres. En definitiva, la simulació permet experimentar situacions i prendre decisions, sobre les que no es té informació tangible, permetent anticipar-se a resultats imprevistos.

La simulació en la planificació logística consisteix en un mètode d’avaluació i disseny per a la gestió, transport, emmagatzematge, distribució en els processos logístics que tenen lloc en les companyies. La simulació en logística integra la simulació de la planificació d’un esdeveniment discret, l’objecte de servei i l’operació de camp. En el sector del transport, la simulació s’ha convertit en una eina molt important, sobretot en la previsió del flux de vehicles en determinades situacions.

La simulació s'ha convertit en un element de vital importància en la gestió de la cadena de subministrament i en el flux de materials, resultant ser l'opció més fàcil per a verificar la xarxa i el flux de materials en un sistema de producció. La simulació emprada fins ara només mostra el flux de material en marxa en una planta.

La marca Siemens ha aconseguit desenvolupar un simulador per a les plantes industrials denominat “Siemens Tecnomatix Plant Simulation” (veure Figura 1-4.5), donant servei a les companyies per a crear models d'instal·lacions de producció, processos, flux de materials, distribucions en planta, etc. Aquest entorn disposa d'interfícies i biblioteques d'objectes d'aplicació dedicades als processos de manufactura i logístics.



Figura 1-4.5: Imatge del simulador “Siemens Tecnomatix Plant Simulation”.

Font: [https://www.engusa.com/es/product/siemens-tecnomatix-plant-simulation]

La simulació també s'utilitza per a la gestió d'inventaris, permetent explotar aspectes operatius com el canvi d'inventari diari, per hores o per minuts en els magatzems d'una companyia. No obstant això, se simula la gestió d'inventaris quan s'analitza la relació entre el inventari de seguretat, les demores en les comandes i els nivells de servei en diferents punts de la cadena de subministrament, afectats fonamentalment pels canvis en la demanda.

La simulació permet dissenyar magatzems i configurar les activitats que tenen lloc en aquest, creant així un model funcional que representi quins dels vehicles arriben al magatzem, quins i quants productes són emmagatzemats i quines comandes són recollides i enviades.

De tal forma que permeti a l'usuari visualitzar la simulació i determinar quines són les zones o recursos de baix rendiment del magatzem, si existeixen problemes de disseny d'aquest, reduir temps i l'esforç necessari per a realitzar les operacions de preparació de comandes, optimitzar la mà d'obra i amb això, els costos associats a la mateixa.

Al sector naval, la simulació s'ha convertit en una eina de gran ajuda en quant a la gestió i trànsit de mercaderies tant en zones portuàries, on conflueixen totes les càrregues i descàrregues de mercaderies, com en la logística de distribució, optimitzant les rutes marítimes i millorant l'eficiència del transport de mercaderies. En aquest sector, els softwares de simulació s'empren per a controlar i visualitzar el moviment de contenidors de càrrega, trànsit de mercaderies, flux de persones, estudis d'optimització de la capacitat d'operació dels ports... Alguns exemples de softwares de simulació són Simi, Anylogic i Enterprise Dynamics, entre altres.

4.6 Robots intel·ligents

A causa del desenvolupament de la intel·ligència artificial, el Machine Learning, el processament del Big Data i altres tecnologies emergents, els robots intel·ligents estan cobrant més importància que mai per part de les companyies. Els robots industrials s'han aplicat per a exercir tasques que abans realitzava l'home i han permès, en gran manera, millorar l'eficiència dels sistemes productius i de la producció en si. La interacció home-màquina és una tecnologia clau per a desenvolupar el servei dels robots. En els sistemes dels robots de servei, és necessari proporcionar una funció d'interacció de veu intel·ligent, lo qual és capaç d'ajudar i fer costat a les persones com a assistent personal intel·ligent. Per exemple, Siri en Apple i Cortana per part de Microsoft són assistents personals intel·ligents. No obstant això, solament són telèfons intel·ligents, i no es poden moure ni tocar a les persones, com els humans.

Un altre exemple són els robots de joguina que poden caminar i moure's com una persona, fins i tot poden ballar i cantar, i presenten una estructura relativament lleugera. Tot i això, tan sols són capaços de tenir només una conversa simple i es troben bastant lluny d'arribar a ser robots intel·ligents.

La tecnologia robòtica està experimentant avanços en el món de la logística, optimitzant la gestió dels magatzems o fins i tot ajudant amb el lliurament final al client. Els treballadors logístics es beneficiarien de col·laborar amb robots, mentre que els clients, al mateix temps, experimentaran un servei més ràpid i de major qualitat. Al maig de 2016, el "pla de desenvolupament de la indústria de robots (2016-2020)" desenvolupat per la Xina, va assenyalar que és necessari centrar-se en la producció intel·ligent i logística intel·ligent. Amb aquesta política, les empreses involucrades en el camp de la logística han invertit en el desenvolupament de la tecnologia dels AGV, convertint-se així en la clau de la logística intel·ligent.

Els AGV, tal i com s'explica en l'apartat de robòtica de les tecnologies de la indústria 4.0; són sistemes flexibles i intel·ligents amb un guiat automàtic. Gràcies a aquesta tecnologia, aquest sistema pot fer la tasca logística de manera autònoma sense intervenció manual. Els AGV han estat àmpliament utilitzats en el sector de la logística sobretot en el camp de l'automoció, millorant la informació logística i el nivell de gestió intel·ligent. A la Xina, per exemple, amb el ràpid desenvolupament del sistema de logística intel·ligent, l'àmbit d'aplicació dels AGV també s'ha ampliat.

En definitiva, un AGV és un vehicle de transport que està equipat amb un dispositiu de guiat automàtic, electromagnètic o òptic. Presenta una varietat de funcionalitats, com la interacció home-computadora, la planificació i la execució de tasques, posicionament i control de navegació, gestió d'energia, informació ràpida de la seguretat i eviten els possibles obstacles que es puguin trobar.

A principis de l'any 2018, “Nuro”, una empresa robòtica la seu de la qual es troba a Silicon Valley, va anunciar el llançament d'un vehicle no tripulat completament automàtic. Encara que el producte no està dissenyat per a parcs de baixa velocitat, es pot conduir en carreteres terrestres de les principals ciutats. El robot es va centrar inicialment en el lliurament de béns, per la qual cosa el disseny del mateix s'ha optimitzat, dotant-lo de major lleugeresa i eficiència (veure Figura 1-4.6).



Figura 1-4.6: Imatge d'un AGV dissenyat per Nuro per al lliurament de productes.

Font: [https://www.therobotreport.com/nuro-r2-autonomous-delivery-vehicle/]

La configuració del software dels AGV ha de suportar la planificació de la ruta, el disseny de processos i la simulació de sistemes per a tot el procés d'implementació del propi sistema.

L'empresa d'automòbils Tesla també destaca per la seva implicació amb la tecnologia en el sector de l'automoció. El seu objectiu és desenvolupar un cotxe autònom cent per cent. El president executiu de la companyia, Elon Musk, va assegurar que l'any 2020, sortiria al mercat un cotxe totalment autònom que disposaria de la maquinari necessària per circular sense precisar ni de volant ni pedals. L'avantatge que presenta TESLA enfront d'altres companyies del sector, és que han desenvolupat una tecnologia pròpia. Per això, el pronòstic per a aquesta mena de robots intel·ligents és favorable i prometedor, de fet, a la Xina, el International Data Corporation (IDC) pronostica que el 35% de les empreses líders en el sector logístic intentaran automatitzar les seves operacions amb robots a partir de 2020. Com ja s'ha comentat en capítols anteriors, la logística és una part important de l'economia nacional d'un país, el ràpid creixement i aplicació de la indústria AGV pot millorar substancialment l'eficiència operativa del sistema logístic, aconseguint així el desenvolupament de la logística intel·ligent.

Els grans magatzems semblen ser l'escenari més idoni per a l'explotació dels robots intel·ligents. Per això, moltes empreses estan desenvolupant les seves pròpies màquines per a automatitzar les tasques rutinàries en aquesta mena d'entorns. Si ens centrem en els robots capaços de manipular i traslladar objectes d'un lloc a un altre, destaca el robot "recol·lector de dits àgils" desenvolupat per Ken Goldberg i el seu grup de recerca de la Universitat de Qualitat en Berkeley, que es compon d'un braç robòtic capaç de recollir una àmplia varietat de productes de diferents formes i configuracions. Aquest robot va aprendre a realitzar els moviments estudiant una gran base de dades d'objectes virtuals.

L'any 2015, la companyia d'automoció BMW va començar a col·laborar amb el institut de recerca Fraunhofer Institute IML per a desenvolupar els primers robots de transport intel·ligent i autònoms, denominats STR (Smart Transport Robots).

Actualment, es considera una de les organitzacions consolidada en aquest àmbit, ja que la seva logística de producció empra no sols robots, sinó que també sistemes de transport autònoms. El Grup BMW ha presentat quatre robots de transport amb funcionalitats de navegació autònomes, que actualment ja estan integrats en la seva cadena producció en sèrie. Un dels robots es denomina "Stationary SplitBots", capaç de recollir caixes i col·locar-les en una cinta transportadora amb destinació al magatzem. La seva instal·lació està prevista pel 2020 a la planta del Grup BMW a Dingolfing, Alemanya.

També ha implementat els "Autonomous Tugger Train", els quals són trens de remolc autònom que s'empren principalment en la logística de muntatge, els quals es guien mitjançant uns senyals làser per a circular de manera autònoma i independent per les plantes de producció (veure Figura 2-4.6) (BMW Group).



Figura 2-4.6: Imatge d'un "Autonomous Tugger Train" del grup BMW.

Font: [https://www.press.bmwgroup.com/driverless-tugger-trains]

El Smart Transport Robots (Robot de Transport Intel·ligent) capaç de transportar components que pesen fins a mitja tona des d'un punt A fins un altre de destinació B (veure Figura 3-4.6). Una vegada que els transmissors sense fils han determinat la seva ubicació, poden calcular la millor ruta de destinació per si mateixos. A més, presenten una autonomia de vuit hores gràcies a les bateries BMW i3 reciclades.

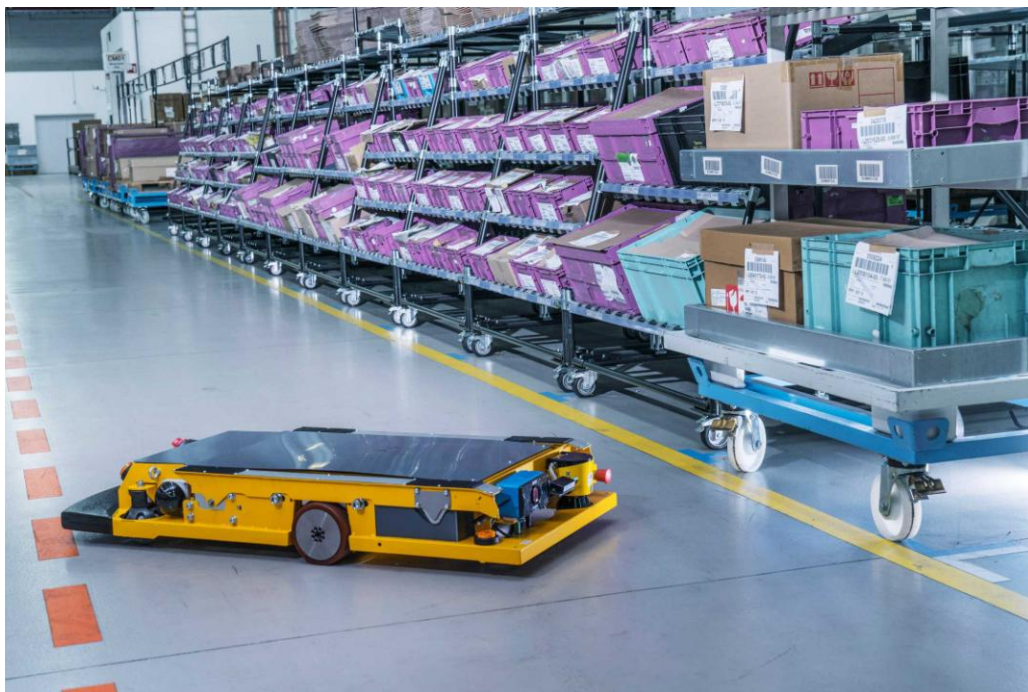


Figura 3-4.6: Imatge d'un "Smart Transport Robot" del grup BMW.

Font: [<https://www.press.bmwgroup.com/bmw-group-introduces-self-driving-robots-in-supply>]

4.7 Machine Learning

El Machine Learning (ML) o aprenentatge automàtic, està experimentant un creixement exponencial en diverses àrees, tant en el món acadèmic i de recerca, com en l'empresarial, suposant així un pilar fonamental en la transformació digital de la indústria i dels mercats. Segons K. Murphy (2012) es defineix el Machine Learning com “un conjunt de mètodes capaços de detectar automàticament patrons en les dades”. És a dir, utilitzar patrons detectats per a prendre decisions en entorns en els quals la incertesa juga un paper significatiu.

El Machine Learning es considera com una branca o part de la intel·ligència artificial, basada en el fet que els sistemes són capaços d'aprendre mitjançant les dades, identificant patrons i prenent les decisions correctes sense la intervenció humana, és a dir, analitzar dades per a prendre decisions.

Els components de Machine Learning es poden agrupar en: les fonts d'informació, que reflecteixen l'experiència de la qual s'aprèn, per exemple, dades estructurades, bases de dades, sistemes de fitxers, etc., o també poden ser dades no estructurades com CRM, veu, etc.; les tècniques i algorismes que es relacionen amb les tasques a executar, com són les tècniques per al tractament de la informació no estructurada, com la simulació, optimització...; i, finalment, l'ús de sistemes i software per a visualitzar la informació, com a visual Analytics, Tableau o QlikView, i programació com Python, Java o Matlab.

La Taula 1-4.7, mostra les diferències entre un model Machine Learning i un model d'aprenentatge tradicional, segons el descrit en els paràgrafs anteriors:

Taula 1-4.7: Diferències entre el model ML i el model tradicional (Calvo, Guzmán & Ramos, 2018).

Descripció	Model Tradicional	Machine Learning
Aprenentatge	<p>Addició d'informació manual i planificada.</p> <p>Hipòtesis predefinides o coneixement previ de les relacions entre variables.</p> <p>Reducció del poder predictiu al llarg del temps per l'ancoratge a una finestra temporal.</p> <p>Traçabilitat disponible.</p>	<p>Addició d'informació automàtica i amb auto aprenentatge.</p> <p>Cerca de patrons i relacions sense restriccions.</p> <p>Manteniment del poder predictiu al llarg del temps per l'adaptació de la finestra temporal.</p> <p>Traçabilitat no assegurada.</p>

Fonts d'informació	<p>Dades estructurades.</p> <p>Nombre reduït de fonts de dades.</p> <p>Limitades pel disseny inicial, estructura i processos interns d'obtenció de la informació.</p> <p>Actualitzacions no contínues i planificades.</p>	<p>Dades desestructurades.</p> <p>Múltiples fonts de dades.</p> <p>Externes de fàcil accés i en continu creixement.</p> <p>Actualització contínua i a temps real de les dades.</p>
Tècniques i algoritmes	<p>Fonament estadístic i matemàtic.</p> <p>Limitació en els patrons i relacions identificades a causa de l'assumpció d'hipòtesis prèvies.</p> <p>Ús de mètodes deductius.</p>	<p>Fonament estadístic i matemàtic i intel·ligència artificial.</p> <p>Identificació de patrons ocults en les dades sense assumir hipòtesis prèvies.</p> <p>Ús de mètodes inductius.</p>
Sistemes i softwares	<p>Alt requeriment computacional.</p> <p>Eines tradicionals.</p> <p>Ús únic de repositoris d'informació estructurada.</p> <p>Dades desestructurades vistes com a arxiu sense valor.</p>	<p>Major requeriment computacional, velocitat de processament i capacitat de gestió de dades.</p> <p>Combinació d'eines.</p> <p>Emmagatzematge i ús de Data Lakes que combinen dades estructurades i desestructurades.</p>

Pel que fa a les tècniques de Machine Learning, n'existeix una gran varietat depenent de la mena d'informació que es tracti, estructurada o desestructurada, i del paradigma d'aprenentatge en el qual s'utilitzin. La selecció de tècniques a aplicar dependrà de diversos factors, entre els quals predomina el tipus de model que es vulgui construir i el tipus d'informació disponible.

A continuació, s'exposen algunes d'aquestes tècniques en funció de la informació emprada. En l'aprenentatge supervisat, la informació necessària per a construir l'algoritme conté informació sobre les característiques en estudi, és a dir, la informació que es vol predir està disponible en les dades emprades per a construir el model.

A diferència del cas anterior, en l'aprenentatge no supervisat no es disposa de la mostra de construcció de la informació de la variable a predir i, per tant, no es disposa de la variable "output" o de sortida. En aquesta tècnica, l'objectiu serà trobar patrons o relacions entre les dades. Per això, també és coneguda com "knowledge Discovery". Dins del Machine Learning, quan es realitza el procés de modelatge, primer es planteja i es duu a terme el knowledge Discovery, sent la primera fase de tot el procés de modelització, dins de la qual, es duen a terme les següents tasques:

- L'enteniment de les dades com a preparació inicial i l'anàlisi descriptiva de les dades, obtenint així anàlisis de qualitat de la informació.
- La preparació de les dades i el seu tractament emprant l'anàlisi multi factorial, combinant o creant noves variables a partir de les ja existents i reduint el nombre de variables eliminant aquelles que són redundants.
- La selecció de la tècnica apropiada i aplicació de processos de regularització on es transformen les dades i es preparen per a la modelització.

A continuació, es descriuen les tècniques de Machine Learning dins de les **tècniques d'aprenentatge supervisat**, com són les xarxes neuronals, les màquines de vector suport i els classificadors bayesians, o els arbres de classificació i regressió.

Les xarxes neuronals es defineixen com a models matemàtics multivariants i no lineals que empen processos iteratius amb l'objectiu final de minimitzar una funció, la qual serà l'error entre l'estimació i la realitat. La composició de les xarxes neuronals es basa en un conjunt de neurones interconnectades mitjançant nodes i capes, similar a les connexions que tenen lloc en un sistema nerviós, a través de les quals s'envia i es rep informació.

Les màquines de vector suport (Support Vector Machine, SVM) es tracten de models de classificació per a resoldre les dificultats que ocasionen les mostres de dades complexes, per exemple, que les relacions entre les dades no siguin lineals.

Els classificadors bayesians són models basats en el Teorema de Probabilitat de Bayes. Mitjançant l'ús de variables explicatives denominades priors, es classifiquen les observacions. Aquesta constitueix una de les tècniques més simples i alhora robustes dins del Machine Learning.

Finalment, l'ús dels arbres de classificació i de regressió depèn del tipus de variable objectiu, si aquesta és categòrica o contínua. Totes dues tècniques s'encarreguen de predir l'assignació de mostres a les categories predefinides en funció de variables predictives.

Pel que fa a les aplicacions del Machine Learning, empreses de la talla de Netflix o Amazon han desenvolupat algoritmes amb diferents funcionalitats basant-se en aquesta tecnologia: per exemple, Netflix, després de cada recomanació que realitza, executa un algoritme d'aprenentatge automàtic capaç de tractar i emmagatzemar aquesta informació, de tal forma que el proveïdor sigui capaç de mostrar els productes més afins a l'usuari. Aquesta aplicació no sols és favorable per a l'usuari del producte en si, sinó que va permetre l'any 2017 un estalvi per a la companyia de mil milions de dòlars.

En el sector de la logística, són cada cop més les empreses que utilitzen la tecnologia Machine Learning per a obtenir conclusions i informació de gran utilitat com en el cas de la previsió de les demandes, sent aquesta una de les tasques més complexes per a les organitzacions dins de la cadena de subministrament. El Machine Learning és capaç d'aprendre de manera gradual quines variables són les que interfereixen en el comportament de la demanda, adaptant-les a càlculs futurs sense necessitat que una persona hagi de tornar a analitzar tot el procés de nou, davant un canvi en qualsevol de les variables.

No obstant això, no sols s'utilitza el Machine Learning per a la previsió de demandes sinó que també per a la gestió de rutes, optimitzant-les mitjançant l'execució d'algoritmes que permeten determinar les rutes de menor distància i, per tant, amb un menor cost associat. La planificació de les rutes es poden gestionar a través del Machine Learning: el navegador és el responsable d'indicar per quina ruta s'arriba abans a la destinació, evitant embussos o possibles zones de congestió, o fins i tot preveure les condicions climatològiques de cada ruta.

El software encarregat d'aquestes tasques ha d'aprendre i detectar a quines hores és preferible anar per una ruta, i quan s'ha de decidir triar-ne una altra. També, pot emprar-se per a plantejar suggeriments de productes, optimització d'inventaris o en la gestió de magatzems mitjançant la implantació de sistemes de reconeixement d'objectes.

L'empresa de missatgeria i paqueteria DHL, amb més de 500.000 empleats a tot el món, aposta per aquesta tècnica amb la finalitat d'ajudar l'empresa a millorar els seus serveis i ser més predictiva en els processos. Una de les iniciatives que ha pres la companyia d'acord amb aquesta tecnologia és el projecte Resilience360, el qual consisteix en una plataforma que gestiona els riscos dins de la cadena de subministrament.

La configuració d'aquesta plataforma es basa en mòduls, entre els quals el denominat Supply Watch, empra algoritmes de Machine Learning per a analitzar i processar una gran varietat de dades, detectant possibles problemes dels proveïdors. Supply Watch és capaç d'analitzar fins a 8 milions de publicacions al dia en línia, de 300.000 fonts diferents.

No obstant això, la companyia no sols ha invertit en Machine Learning per al desenvolupament de Resilience365, sinó que també aposta per l'ús de vehicles autònoms mitjançant la implementació d'algoritmes. Un exemple és el robot PostBOT, dissenyat per a transportar paquets i realitzar enviaments de manera autònoma.

Gràcies a l'adopció d'aquesta tecnologia, l'empresa ha augmentat el rendiment, la qual cosa li permet augmentar els ingressos i reduir costos, aconseguint ser més eficient.

Un altre exemple seria el de l'empresa americana Nord Lowe, la qual amb la col·laboració de Fellow Robot (empresa especialitzada en aquest sector de la robòtica), va presentar l'any 2016 el seu robot autònom denominat LoweBot, (veure Figura 1-4.7) en onze de les seves botigues en l'àrea de la Badia de San Francisco. El LoweBot és capaç de realitzar la gestió d'inventari de manera autònoma mitjançant l'aplicació de Machine Learning.

Aquest robot autònom ajuda als clients en l'elecció dels productes a través d'una pantalla que interactua amb ells, i presenta la capacitat de cerca, reconeixement de veu entre d'altres. Crea dades emprant la visió artificial i el Machine Learning per a escanejar els productes i realitzar inventaris a temps real, la qual cosa permet detectar tendències o patrons que poden ser de gran ajuda per a futures decisions comercials.



Figura 1-4.7: Imatge d'un "LoweBot" del grup Nord Lowe.

Font: [http://www.lowesinnovationlabs.com/lowebot]

La cadena de supermercats nord-americana Walmart és una de les empreses que més ha apostat pel desenvolupament tecnològic. Walmart empra el Machine Learning per a millorar la gestió d'inventaris dels seus magatzems, així com per a determinar relacions inesperades que potencialment poden ser una font d'ingressos i millores per a la companyia. Mitjançant la implementació del Machine Learning, Walmart va determinar que existia una relació d'interdependència entre el clima que feia i el tipus de carn que es venia en els seus establiments. Les hamburgueses eren més demandades pels clients els dies secs i calorosos, mentre que els filets es compraven els dies de baixes temperatures, vents i freds. Gràcies a això, es van incrementar gairebé un 18% el volum de vendes de les hamburgueses.

Si es parla “del gran de la logística”, està clar que es parla de Amazon. El seu compromís amb la tecnologia Machine Learning és tal que ha desenvolupat una plataforma pròpia “Amazon Machine Learning”. Un servei potent que està basat en el núvol de dades i permet als desenvolupadors de ML implementar aquesta tecnologia de manera intuïtiva sense necessitat d'elaborar i implementar complexos algoritmes. Aquest assistent permet crear models per a visualitzar tendències, determinar les preferències dels clients. Amazon empra els tècnics de ML per a la previsió de la demanda de productes, la seva cerca i l'extracció d'informació dels clients.

En definitiva, tot aquest compendi d'informació es pot tractar amb Machine Learning, per a obtenir una sèrie de dades i tendències que puguin emprar-se per a augmentar el nombre de vendes d'una companyia, reduir l'error humà mitjançant l'automatització dels processos recurrents i millorar l'eficiència i la qualitat de servei al client.

4.7.1. Deep Learning

El Deep Learning, també conegut com l'aprenentatge profund, és considerat com un subcamp del Machine Learning, basat en algoritmes que presenten una estructura i funcionalitat similar a la del cervell, les anomenades xarxes neuronals artificials. Aquests algoritmes inspirats en el cervell humà aprenen grans quantitats de dades de fonts molt diferenciades.

El Deep Learning (LeCun, Bengio, & Hinton, 2015) “és un sistema de probabilitat que permet als models computacionals que estan compostos de múltiples capes de processament, aprendre sobre dades amb múltiples nivells d'abstracció”.

El Deep Learning empra algoritmes molt concrets per a trobar estructures complexes en grans conjunts de dades, de tal forma que la màquina queda instruïda per a saber com ha de canviar els seus paraments interns per a calcular representacions en cada capa, cadascuna d'elles basades en representacions de la capa anterior.

La xarxa de memòria a llarg termini (The Long Short Term Memory, LSTM) és una de les estructures de Deep Learning, i una forma especial de xarxes neuronals recurrents (RNN), capaces d'aprendre dependències a llarg termini. La LSTM està explícitament dissenyada per a evitar problemes de dependència a llarg termini, i funciona satisfactòriament en una gran varietat de problemes. Es compara amb l'enfocament matemàtic que té un problema logístic, la LSTM s'empra per a la predicció de sèries de temps, especialment per a la previsió de lliuraments de comandes.

En l'actualitat, s'estan creant algorismes basats en Deep Learning, implementats en dispositius AR (Realitat Augmentada), amb la finalitat de detectar els obstacles en les carreteres i contribuir a la millora en les condicions de transport en la logística. L'empresa Vicomtech ha desenvolupat el projecte "AUTOPILOT" juntament amb la Universitat del País Basc, l'objectiu del qual és detectar els desnivells que presenten les carreteres.

Mitjançant la implementació de xarxes neuronals i la recopilació d'un gran conjunt d'imatges, aproximadament unes 6000, en color, que presenten nombrosos tipus de sots en diferents condicions climatològiques i d'il·luminació i en camins i llocs diferents (veure Figura 1-4.7.1).



Figura 1-4.7.1: Imatges per a la detecció de sots a la carretera gràcies al Deep Learning.

Font: [https://www.vicomtech.org/es/soluciones-de-empresa/sector/movilidad-inteligente]

En l'àrea dels Sistemes de Transport Intel·ligent, el Deep Learning ha cobrat especial rellevància desenvolupant algorismes que permeten optimitzar en temps real les polítiques de control i gestió del trànsit, processant aquestes senyals. L'objectiu final és trobar patrons en les dades recopilades per a aconseguir uns sistemes de transport més connectats.

L'aprenentatge profund també s'aplica per a elaborar procediments eficients amb la finalitat de predir la demanda de lliurament de productes. Una predicció eficient del lliurament de productes ajudaria a la construcció d'un nou model logístic.

El Deep Learning l'implementen les empreses com una eina d'ajuda per a realitzar un seguiment de les previsions financeres, el flux de producció i el processament de les comandes, permetent a les organitzacions; per exemple, conèixer quantes comandes pot atendre, o quant pot augmentar la producció tenint en compte els costos logístics de transport.

En altres àrees de la cadena de subministrament, el Deep Learning pot aplicar-se en el manteniment predictiu d'equips industrials, optimització de rendiment dels equips o optimització d'inventaris.

Amazon ha desenvolupat el “Amazon Picking Challenge” (APC), un magatzem de robots totalment automatitzat. Aquest sistema permet la recollida i col·locació de productes en un magatzem completament autònom, de la tal forma que mitjançant una visió robusta reconeix i situa els productes enmig d'entorn saturats, amb soroll i amb una àmplia varietat d'objectes a prendre o reubicar. El APC s'implementa mitjançant l'aprenentatge profund, concretament mitjançant xarxes neuronals les quals precisen d'una gran quantitat de dades.

4.8 Drons

El Dron Delivery o lliurament de comandes mitjançant drons, sorgeix com una nova tecnologia capaç de suposar un punt d'inflexió en el sector de la logística. El dron presenta la configuració i prestacions idònies per a superar la infraestructura del transport tradicional. El lliurament mitjançant drons és vist com una possible solució als problemes de les futures ciutats: l'alta demanda de lliuraments, terminis de lliurament curts i congestions de trànsit complexes.

Els drons o vehicles aeris no tripulats (Unmanned Aerial Vehicles, UAVs) no sols resulten efectius en els lliuraments de productes als clients de les empreses sinó que també a nivell humanitari: per exemple, han demostrat ser molt útils en el lliurament de subministraments mèdics, així com per a trobar a persones ferides.

Moltes són les aplicacions per a les quals s'empren els drons, a més de les comentades en el paràgraf anterior: per exemple, en el camp de la milícia en combat; per a la vigilància d'incendis, vigilància i fumigació en el camp de l'agricultura; vigilància de disturbis i fronteres internacionals per part de la policia i governs, entre altres. El dron pot o no portar càmera de vigilància per a transportar càrregues si aquestes són petites.

Amb la finalitat de comprendre com funcionen aquests dispositius, la Figura 1-4.8 mostra una àrea experimental de servei on els clients estan situats i el punt de partida per als operacions dutes a terme pels drons: la base o estació. Per a dur a terme el lliurament de productes, es necessita disposar d'un dron, un controlador i el client que demandi el producte.

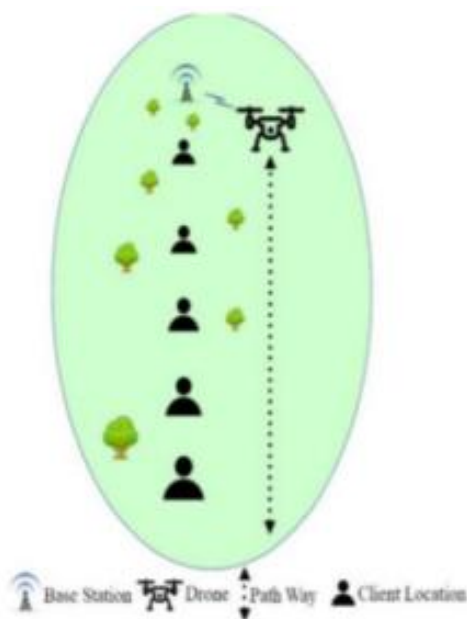


Figura 1-4.8: Àrea d'estudi per a un dron.

Font: [Alwater, Loke, & Rahayu, 2018]

L'any 2017, Amazon va realitzar més de cinc mil milions de lliuraments als clients de Prime. Tal i com es comenta en capítols anteriors, el temps és diners, i incórrer en costos logístics per augmentar els temps de lliurament és una cosa bastant freqüent en les empreses del sector logístic. Per això, Amazon inverteix en els drons perquè els lliuraments siguin el més ràpides possibles, fins i tot inferiors a 30 minuts.

Els drons de Amazon (veure Figura 2-4.8), o també coneguts com els vehicles aeris no tripulats, componen una flota amb la tecnologia de funcionament automàtica, de tal forma, que els drons podran funcionar sense la necessitat d'un "pilot humà", és a dir, evitar col·lisions o xocar contra objectes, animals, edificis, pals de llum, línies elèctriques, amb el propòsit final de lliurar el seu paquet de manera segura i ràpida.



Figura 2-4.8: Repartiment mitjançant drons.

Font: [https://www.elmundo.es/tecnologia/amazon-dron]

Al 2013 Amazon va anunciar el projecte "Prevalgui Air", molts van ser els que van criticar inicialment aquesta idea. No obstant això, Amazon s'està posicionant com una de les primeres empreses logístiques en el món a nivell de rendibilitat, competitivitat i innovació. La forta inversió econòmica que realitza en aquest últim camp és la que li permet despuntar sobre la resta d'organitzacions del mercat.

Amazon considera els drons de lliurament de comandes com una oportunitat no sols per a augmentar la velocitat de lliurament de cara al client, sinó també per a augmentar la seguretat i l'eficiència del sistema de transport, ja que permet reduir el trànsit viari. Els drons podran lliurar paquets que pesin entorn a 2,5 kg en 30 min o fins i tot en menys temps.

Els enviaments que actualment s'estan desenvolupant al Regne Unit es realitzen durant el dia quan la visibilitat és bona i les condicions climatològiques són estables, però s'estan plantejant futures proves en les quals el transport de comandes mitjançant drons serà en condicions de gel, pluja i neu, emprant així models de drons diferents i aptes per a aquestes condicions climatològiques.

Actualment, Amazon no ha proporcionat una data del llançament del projecte "Prevalgui Air", però el que sí que és cert, és que en aquells països amb centres de desenvolupament Prevalgui com són Estats Units, França, Àustria, Regne Unit i Israel, el llançament està més a prop que mai. Les proves realitzades a Regne Unit han afavorit el concepte d'aquesta tecnologia emergent. Els experts en aquest àrea, prediuen que Amazon podria estar llest per a llançar Prevalgui Air aquest mateix any 2020.

Una altra funcionalitat que s'està desenvolupant en el sector logístic gràcies a l'ús dels drons és la gestió dels inventaris en els magatzems de les organitzacions. Moltes de les companyies aposten per aquesta tecnologia per a la gestió del inventari pels nombrosos avantatges inherents a la seva aplicació. El mètode tradicional per a la gestió d'inventari és totalment manual, de tal forma que l'encarregat de fer aquesta tasca és un operari, i per a accedir aquelles prestatgeries de major altura necessita un carretó elevador, per la qual cosa aquest mètode porta a equivocacions, inexactituds en la comptabilitat del inventari, afectant de manera directa a la disponibilitat de l'estoc, al moviment i a l'ordenació.

Per contra, un dron segueix una trajectòria de vol definida per l'usuari evitant interferències amb obstacles, a més d'estar equipat amb càmeres i sensors d'última generació, per a navegar de manera autònoma i realitzar operacions de cerca, permetent així millorar el control dels inventaris.

Una de les empreses que ha despuntat en aquest camp és GEODIS juntament amb la col·laboració de l'empresa desenvolupadora de drons Deltadrone, que després de dos anys de desenvolupament de prototips per a l'aplicació de la tecnologia, ha aconseguit realitzar un inventari en els magatzems totalment automàtic, gràcies a l'ús dels drons. La companyia ha necessitat més de mil hores de vol en tres magatzems diferents amb el prototip dissenyat per a arribar a la solució final a implantar, aconseguir un magatzem totalment automàtic.

L'avantatge obtingut ha estat el guany en la productivitat generades en realitzar inventaris fora de l'horari de funcionament del magatzem, dotant de major seguretat en el treball per als empleats i una major confiabilitat del inventari. A Espanya, l'empresa logística GEFCO i l'empresa desenvolupadora de drons AIRDRONE LOGISTICS han col·laborat de manera conjunta en un projecte per a l'ús de drons en les tasques de realització d'inventari en els seus magatzems.

Gràcies a l'ús dels drons, la realització d'inventaris complets es realitza entre quatre i set vegades més ràpid que emprant el mètode tradicional i es redueixen les emissions de gasos reemplaçant l'ús d'elevadors, la qual cosa reforça el compromís de les empreses amb la sostenibilitat del medi ambient.

L'empresa francesa Renault Trucks també s'ha sumat a aquesta iniciativa implantant drons per a la gestió dels seus magatzems en la planta de Lió. Aquesta iniciativa mitjançant drons és capaç de planificar el pla de vol integral d'aquests i comptabilitzar el inventari escanejant els codis de barres dels palets utilitzant tres escàners en la seva part frontal, sent capaç de realitzar el inventari d'una ubicació en sis segons. Això és deu vegades més ràpid que amb un sistema tradicional. També pren fotografies de la ubicació, permetent visualitzar l'estat dels paletes.

En definitiva, els avantatges d'aquesta tecnologia són la millora en l'eficiència operativa i la seguretat, eliminant possibles riscos per als treballadors, i augmentant la precisió de recompte d'inventari millorant la confiabilitat de l'estoc i la qualitat del servei.

4.9 Blockchain

Els sistemes de cadenes de subministrament tradicionals estan quedant desfasats davant dels nous sistemes automatitzats a causa del desenvolupament de la tecnologia. L'ús de les fulles Excel per tal d'actualitzar les dades de les etapes en les cadenes de subministrament han de ser reemplaçades per sistemes més automatitzats que requereixin menys recursos humans en la seva intervenció. L'automatització, en si mateixa, requereix un sistema que emmagatzemi i gestioni les dades amb el menor ús possible de mà d'obra. Els actuals sistemes involucrats en la gestió de la cadena de subministrament són, de fet, llocs web allotjats en els servidors de les companyies que contenen les dades clau en relació amb els processos en curs recents i actuals de cada etapa de la cadena de subministrament. Les persones que treballen en diferents etapes han d'usar el mateix portal web per a actualitzar o completar les metadades del procés.

El Blockchain o cadena de blocs és una base de dades emmagatzemada en múltiples equips, on cada entrada a la base de dades és un bloc i cada bloc s'identifica amb una marca de temps (*timestamp*) i es vincula a un bloc anterior. A la Figura 1-4.9, es mostra la diferència entre una base de dades distribuïda enfront d'una centralitzada.

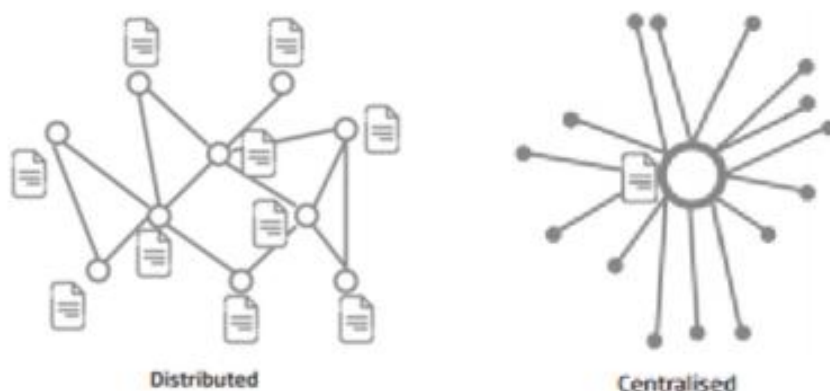


Figura1-4.9: Diagrama del model distribuït Blockchain vs Centralitzat (tradicional).

Font: [Sánchez, Cuenca, & Portes, 2017]

Aquesta tecnologia emergent permet transformar els models de negocis ja existents, ja que permet funcionar a les criptomonedes com són el Bitcoin, Ether, Litecoin... Per a les transaccions, la Figura 2-4.9, mostra de manera esquemàtica les etapes que tenen lloc mitjançant l'ús del blockchain:

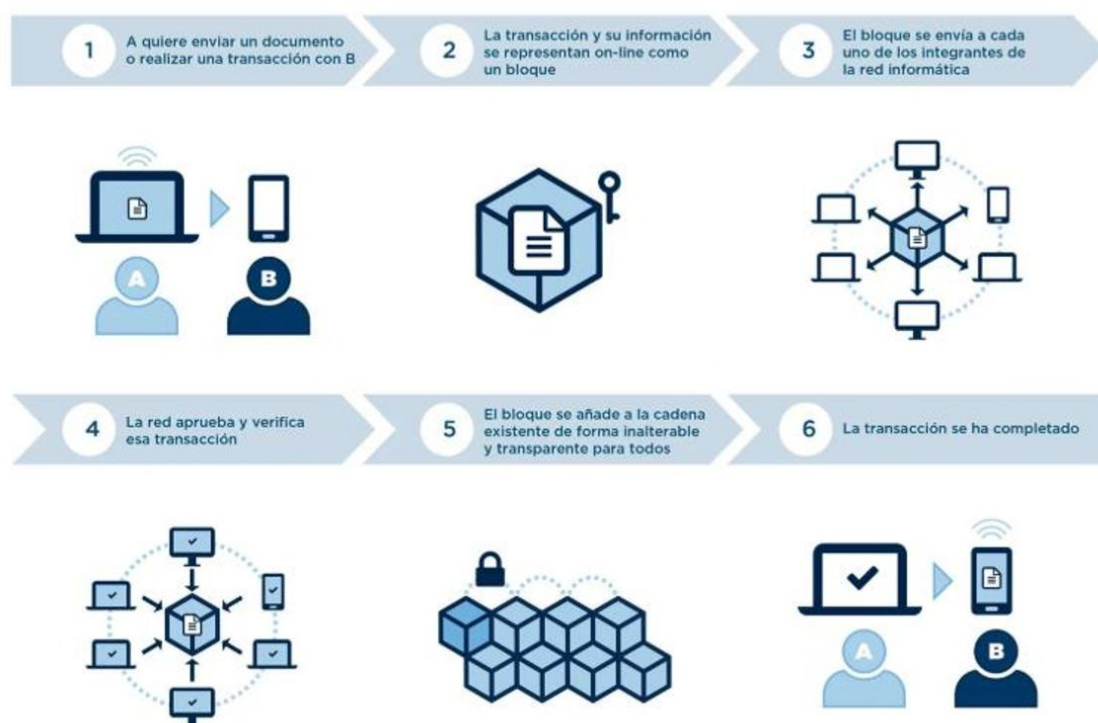


Figura 2-4.9: Diagrama de les etapes en una transacció emprant Blockchain.

Font: [Stocklogistics, 2018]

El Blockchain es caracteritza per la seva seguretat pel que fa a l'emmagatzematge massiu de dades, ja que no existeix una base de dades central que pugui ser hackejada com en els sistemes de gestió de la cadena de subministrament que constaven d'un únic servidor, i molts seran els usuaris que puguin agregar entrades i accedir a la base de dades però que no puguin canviar ni eliminar cap dels blocs existents.

Les principals característiques del Blockchain són: el "ledger" distribuït o llibre major distribuït que comprèn tota la informació de la base de dades protegida criptogràficament, on tots els blocs tenen una còpia de la informació emmagatzemada. La segona característica és l'existència d'un entorn de col·laboració on s'aconsegueix reduir la fricció entre els diferents integrants de la base. La transparència del sistema i la confiança dels participants són uns altres dels avantatges d'aquesta tecnologia, ja que totes les transaccions són registrades i es podrien consultar públicament, podent realitzar un seguiment de la xarxa. I, finalment, és un sistema immutable on no es poden modificar les transaccions per part de cap integrant de la xarxa, un cop realitzades.

Entre les aplicacions del blockchain destaca el sector dels serveis financers, ja que la banca és un dels sectors que està apostant més pel blockchain; en concret, un dels usos en els quals més s'ha avançat és el dels pagaments transnacionals.

La tecnologia blockchain permet a les organitzacions emmagatzemar de forma segura i controlar tota la informació relacionada amb l'enviament, deixant un rastre immutable d'esdeveniments. Per això, l'aplicació d'aquesta tecnologia en el sector logístic dotarà a les companyies d'una transparència que permetrà rastrejar qualsevol enviament, així com prevenir el robatori.

A més, també s'incorreria en una major eficiència i reducció de costos gràcies a aquesta tecnologia ja que permetria que les comandes es prepararessin i lliuressin més ràpid, de tal forma que es pogués registrar la transferència de matèries primeres i béns a mesura que aquests es mouen en la cadena de subministrament.

El seguiment de les ordres d'enviament i de compra, les notificacions i els rebuts, formen part de la implementació de la tecnologia blockchain en la logística, de tal forma que permet assignar un codi de barres o un número d'identificació als productes per poder-los rastrejar, evitant qualsevol tipus d'error humà al qual s'incorre amb els sistemes tradicionals de gestió d'informació de la cadena de subministrament.

Per tant, els principals avantatges que presenta aquesta tecnologia en el sector logístic són: integritat de dades, confiabilitat i seguretat gràcies a la transparència del blockchain; reducció del paper de l'intermediari, reduint el nombre d'operacions i minimitzant els desapfitaments; foment de l'economia col·laborativa, simplificació del procés de reclamació i disminució dels costos associats a les noves regulacions. La Figura 3-4.9, mostra un exemple de blockchain en un sistema de transport terrestre.

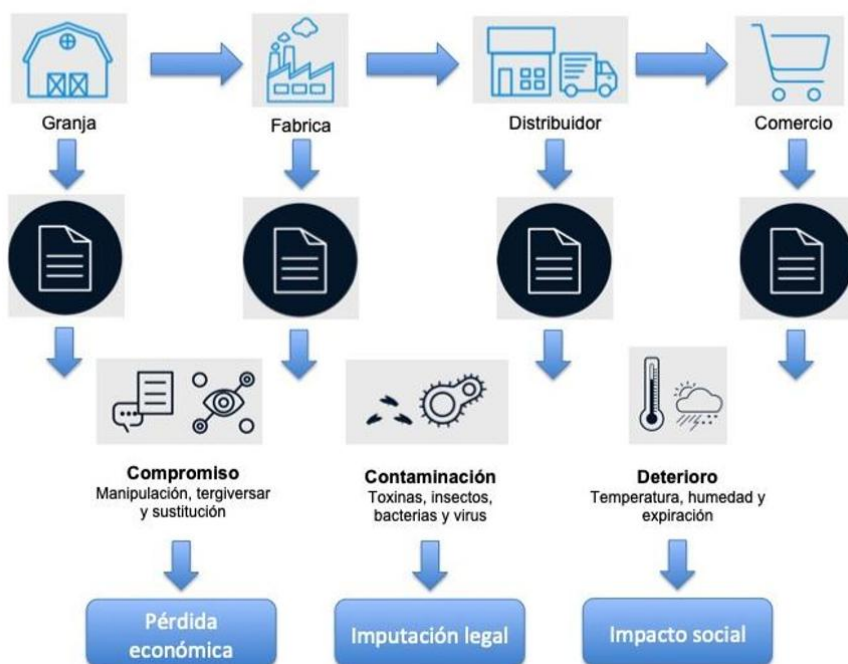


Figura 3-4.9. Xarxa blockchain en el transport de mercaderies terrestre.

Font: [Maestre, 2018]

La companyia FedEx (empresa nord-americana de transport de productes), per exemple, ha centrat els seus esforços en l'aplicació d'aquesta tecnologia per a l'optimització de la cadena de subministrament: el producte a enviar, presenta una etiqueta que conté informació com la data d'enviament, la data prevista d'arribada i hora, l'estat del producte... Aquesta informació serà emmagatzemada i podrà ser consultada per qualsevol dels participants en la cadena de subministrament (fabricant, client, servei de lliurament (la pròpia empresa FedEx), el conductor del lliurament...

Això ha permès a la companyia dotar-la de transparència en quant a la informació dels enviaments i un control pràcticament total en la seva traçabilitat. Gràcies al control i seguiment del producte facilitat per l'aplicació del blockchain, FedEx ha reduït la taxa de robatoris i frauds en les seves transaccions i lliuraments, ja que en cada punt de lliurament o recollida, l'operari, el transportista o l'encarregat d'aquesta tasca ha d'enviar un informe, denominat hash, deixant aquesta operació reflectida en la base del blockchain.

En el sector alimentari, Nestlé és una de les empreses que ha apostat per la tecnologia blockchain, juntament amb Carrefour, per a la millora de la traçabilitat de la cadena de subministrament en l'àrea de productes de menjar per a bebès. L'any 2017, va començar a desenvolupar en el seu procés de subministrament aquesta tecnologia de la mà d'IBM Food Trust, l'objectiu de la qual és reforçar la traçabilitat dels productes alimentaris i la transparència proporcionant informació precisa, fiable i imparcial i afavorint a tots els integrants en la cadena de subministrament. Així ho afirma la vicepresidenta sènior de Global Supply Chain de Nestlé.

Mitjançant l'ús d'un codi QR en l'envàs del producte, qualsevol consumidor podrà conèixer, mitjançant una aplicació en el seu telèfon mòbil, tota la informació sobre la cadena de subministrament: la producció, transport, qualitat, llocs en els quals ha estat, dates d'emmagatzematge, recollida, etc.

La companyia Maersk, especialitzada en el transport marítim, juntament amb la col·laboració d'IBM, també se suma a l'aplicació de blockchain per a la logística en el comerç marítim amb la finalitat de millorar el cost del transport i la traçabilitat dels contenidors transportats. Al Gener de 2018 es van establir les bases d'aquest projecte entre totes dues organitzacions.

En definitiva, són moltes les companyies i organitzacions que estan posant en execució projectes per tal d'emprar la tecnologia blockchain, permetent oferir així nous models descentralitzats que disminueixen els costos i milloren les interaccions digitals mitjançant la participació de dispositius, sistemes i organitzacions.

4.10 Realitat Augmentada

Les Realitat Augmentada (AR) forma part d'una part important en el canvi cap a la fabricació digital. Aquest terme s'empra per a definir una visió directa o indirecta d'un entorn físic del món real tal i com s'ha explicat en el apartat 2.4.6. Aquesta tecnologia integra objectes virtuals en el món real. Les imatges ampliades amb objectes virtuals es poden prendre a través d'una càmera per a processar-les, de tal manera que el resultat es vegi en una pantalla situada en la pròpia muntura de les ulleres (Smart Glasses) o una pantalla de PC (veure Figura 1-4.10).



Figura 1-4.10. Imatge d'unes Smartglasses de AR.

Font: [IVACE, 2016]

Aquest dispositiu presenta l'avantatge de poder veure a través del mateix i fer tasques de construcció o muntatge mentre es veu l'objecte virtual. Per això, el camp de visió real del usuari pot ser augmentat. Els components bàsics de la tècnica AR són: dispositius de visualització, càmeres web per a captar la informació del món real, softwares o Apps, per a dur a terme la presa de dades reals i transformar-les en AR, i els marcadors, símbols que el software és capaç d'interpretar per a mostrar imatges, vídeos, animacions, processos...

Són diversos els camps d'aplicació de la tecnologia AR: muntatge, logística interna, operacions de picking, preparació de comandes o manteniment. En quant a la preparació de comandes o picking, la AR és el sistema més innovador. La seva funcionalitat es basa en l'ús de les ulleres AR (Smart Glasses), portades per l'operari, a més d'un sistema de veu.

Pel que fa a la formació dels empleats, l'avantatge que aporta la tècnica AR és que és més intuïtiva que les instruccions escrites en un manual, ja que pot mostrar directament a la persona instruïda com i on ha de fer les tasques. Gràcies a això, s'escurcen els temps d'aprenentatge, ja que la persona instruïda només ha de veure les instruccions mostrades en la pantalla de les ulleres AR.

En el sector de l'automoció, per exemple, garantir una formació eficient i de qualitat és cada cop més important. La complexitat dels vehicles que es desenvolupen s'incrementa cada cop més a causa de l'ús de prototips virtuals en les tasques de construcció i disseny. No obstant això, el Grup BMW comença a liderar en aquest sector gràcies a la seva fervent recerca, aplicació i inversió en les tecnologies de la I4.

El Grup BMW està desenvolupant sistemes innovadors en l'àrea de la logística intel·ligent. Les tecnologies de dades intel·ligents proporcionen informació a temps real sobre tota la cadena de subministrament. Això permet garantir que el lliurament de subministraments a les plantes es pot ajustar de manera ràpida i flexible en resposta a les condicions canviants de la demanda.

Un exemple és l'ús d'ulleres de realitat augmentada per a l'escanejat de productes en els magatzems (projecte de la universitat alemanya Technische Universität Ilmenau). La seva aplicació va permetre a BMW augmentar la productivitat en un 20% i va reduir la taxa d'errors de lectures d'etiquetes en el magatzem en un 33%.

Aquest procés de escanejat de productes per a la preparació de comades, també denominat com procés de picking, té una gran capacitat de millora gràcies a la integració de les Smart Glasses, les quals es basen en un sistema de mans lliures digital i intuïtiu que serveix de suport als treballadors a l'hora de realitzar aquest tipus d'operacions. També inclou un sistema de reconeixement de veu, tal i com s'ha comentat anteriorment, per tal de garantir que en cas de tenir les mans ocupades, es pugui seguir realitzant aquesta operació. Una de les grans empreses de logística que està utilitzant aquesta tecnologia en els seus magatzems és DHL (veure Figura 2-4.10).



Figura 2-4.10. Imatge del procés de picking a través de Smartglasses (empresa DHL).

Font: [Geiger, 2018]

La tecnologia AR també contribueix en la planificació dels magatzems i així ho mostra la empresa DHL en el seu informe “Augmented Reality in Logistics changing the way we see logistics – a DHL perspective” (2014). En aquest document, s’explica que es pot emprar la AR per a visualitzar tot tipus de reorganitzacions planificades de qualsevol centre de distribució, la qual cosa permet col·locar representacions digitals interactives de la idea proposada, per exemple, distribucions en planta de magatzems.

Pel que fa a la logística de transport, a vegades la congestió del trànsit impedeix el bon funcionament de molts processos, com els lliuraments de comandes als clients o centres de distribució. Per això s’estan desenvolupant sistemes que facilitin i millorin aquesta problemàtica, com la utilització d’un suport de dades de trànsit a temps real per a optimitzar rutes o recalcular-les, fins i tot l’ús d’ulleres AR, implantades en els parabrises del vehicle, que siguin capaços de mostrar informació en temps real al conductor com la temperatura de càrrega, el trànsit, sistema de navegació, etc.

Els dispositius AR també es poden utilitzar en les operacions de càrrega de productes en els vehicles, reemplaçant els impresos o instruccions de càrrega. L’operari responsable de realitzar aquesta operació podria obtenir informació en temps real en el seu dispositiu AR sobre quin palet carrega a cada vehicle i on col·locar-ho dins del vehicle, mitjançant instruccions de càrrega, amb fletxes o ressaltant les àrees objectiu dins del vehicle.

També existeixen algunes aplicacions de serveis de paqueteria millorades gràcies a la implementació de AR, permetent als clients tenir un dispositiu amb capacitat per a escanejar les mides dels productes a enviar, i estimar el pes per a establir, la grandària perfecta de la caixa de preu més baix del seu proveïdor de logística.

Per exemple, l’empresa DHL disposa d’una aplicació que permet a l’usuari imprimir una fulla que conté un codi QR, de manera que emprant una webcam es poden visualitzar hologrames de les caixes disponibles i serà el client qui triï la caixa disponible d’acord amb la grandària del producte.

Tal i com s’ha exposat en aquest apartat, existeixen molts processos logístics controlats mitjançant dispositius que empren AR. L’èxit de la seva innovació no és un altre que l’estreta col·laboració amb empreses emergents en aquesta àrea i sector, instituts de recerca i universitats.

5 | PART PRÀCTICA

Part 5. Part Pràctica

En aquest apartat es pretén realitzar un estudi de les tecnologies de la I4 aplicades a diferents magatzems d'empreses de logística de Catalunya. Tal i com es comenta en els apartats d'objectius i de conclusions del present document, aquest punt s'ha pogut realitzar amb certes limitacions a causa de la pandèmia del Coronavirus.

Finalment s'ha pogut realitzar una visita a una important empresa de logística de Catalunya, la qual ha permès contrastar la informació d'algunes de les aplicacions de les tecnologies de la I4 explicades en el apartat anterior.

La visita ha estat realitzada al magatzem de l'empresa Logaritme, situada al polígon industrial Molí del Racó a Sant Sadurní d'Anoia, Catalunya. Logaritme és una empresa que abasteix a gran part del sector sanitari català, entre ells: el Institut Català de la Salut (ICS), en el qual s'engloba l'Hospital Universitari Arnau de Vilanova de Lleida; el Banc de Sang i Teixits (BST), el Consorci de Castelldefels Agents de Salut (CASAP) (constituït pel ICS i l'Ajuntament de Castelldefels), el Institut de Diagnòstic per la imatge (IDI) i l'Hospital de la Cerdanya.

Els principals objectius de Logaritme són: optimitzar el flux de material constant a través de la seva xarxa interna i coordinar els recursos necessaris perquè es faci efectiu el lliurament dels productes als centres sanitaris de l'àmbit català.

La visita realitzada el dia 2 de Juny de 2020 va ser dirigida per part del Dr. Albert Tarrats (Gerent de Logaritme) i l'Antoni Castillejo (Director d'Operacions). En aquesta es va explicar el funcionament logístic del magatzem el qual es basa en tres simples processos:

1. Procés de captació de subministrament: Es basa en la recepció de material hospitalari sanitari i no sanitari. Durant el 2019, Logaritme va rebre més de 170.000 comades les quals van ser preparades per poder ser distribuïdes en menys de 20 hores de mitjana. Això es degut a l'optimització dels processos logístics del seu magatzem juntament amb un treball molt ben coordinat per part dels seus operaris.
2. Procés d'emmagatzematge: Durant aquest procés, es realitza el transport dels materials des del moll del centre del magatzem de més de 1000 m² fins a la seva ubicació corresponent dins del centre de cost. Amb aquest emmagatzematge es minimitzen tots els recursos necessaris per a l'òptim funcionament dels centres hospitalaris adscrits.

3. Procés de distribució: Es basa en cobrir la demanda relacionada amb la gestió eficaç de material sanitari, des del seu lloc de fabricació, concepció en el magatzem i enviament fins als centres hospitalaris, que adquireixen en funció de les seves necessitats.



Figura 1-5. Imatge de l'emmagatzematge de productes mitjançant un robot d'emmagatzematge vertical.

Font: [Imatge realitzada durant la visita a Logaritme, el 2 de Juny de 2020]



Figura 2-5. Imatge de la cinta transportadora per preparar les comandes.

Font: [Imatge realitzada durant la visita a Logaritme, el 2 de Juny de 2020]

Durant les primeres setmanes de la crisi del Coronavirus que s'està vivint, l'empresa va passar de tenir sol·licituds d'enviaments de 200.000 productes sanitaris a tenir sol·licituds de 2.000.000 de productes en un sol dia. Això va fer que el sistema col·lapsés i no es poguessin realitzar tots els enviaments pertinents, fet que va fer que els hospitals de gran part de Catalunya no disposessin de tot el material de protecció necessari (EPI's). Per tal de poder evitar que un fet així pogués tornar a succeir, caldrà tenir un estoc de reserva en el magatzem per tal de poder abastir qualsevol necessitat de material per part dels hospitals. Una segona acció seria la millora d'alguns sistemes i processos de la cadena de subministrament (cadena logística) per tal de millorar la seva eficiència.

Una de les millores que l'empresa ja està realitzant és la implementació de la tecnologia del Big Data en els seus processos logístics. Aquesta els permetrà fer ús d'una sola base de dades per a tots els processos, el qual és molt necessari ja que treballen amb més de 40.000 referències diferents de productes. Treballant amb aquest volum de referències i coneixent que en cada referència es guarda la traçabilitat de cada producte, queda accentuada la necessitat d'una base de dades única i de gran capacitat.

Proposta de millora:

Tot i que no s'ha pogut realitzar un estudi complet del magatzem (idea inicial del present document), a continuació es realitza una proposta de millora que es podria realitzar en un dels processos logístics del magatzem per tal de millorar la seva eficiència.

Un dels processos més important de qualsevol cadena de subministrament és el procés de picking. Aquest procés es basa en l'escaneig de productes per tal de dur un control dels productes que s'inclouen en les comandes a realitzar.

En l'empresa Logaritme aquest procés es realitza mitjançant una PDA personal per cada operari a partir de la qual, de forma manual, s'escanegen els codis de cada producte. Aquest mètode té certes limitacions, com per exemple, la necessitat de l'ús de les mans per realitzar l'escaneig.

La proposta realitzada, consensuada amb la direcció de Logaritme, per tal de poder optimitzar aquest procés de picking en l'empresa Logaritme és l'aplicació de les Smart Glasses, les quals ofereixen una gran quantitat d'avantatges respecte el mètode anterior.

Per tal de poder conèixer el funcionament d'aquesta tecnologia de primera mà i veure com poder aplicar-les de forma més eficient en el procés de picking es va contactar amb Andreu Ibáñez, tecnòleg freelance i coordinador dels laboratoris del Parc Tecnològic de Lleida, on té muntat un laboratori únic a Espanya per realitzar projectes amb les diverses tecnologies de mapes de Google.

Es va concertar una reunió amb la qual es va tenir l'oportunitat de poder parlar amb ell i poder veure en primera persona les Google Glass, unes Smart Glass desenvolupades per l'empresa Google (veure Figura 3-5).



Figura 3-5. Imatge de les Google Glass.

Font: [<https://www.google.com/glass/start/>]

Aquestes ulleres de realitat augmentada són molt semblants en quant a funcionalitat, a les que s'ha pogut veure en el exemple de DHL de l'apartat anterior. Tenen una petita pantalla integrada amb la qual es pot interactuar i realitzar escanejos del productes a partir dels seus respectius codis. També permet realitzar fotos i vídeos per tal de controlar l'estat dels productes un cop rebuts al magatzem i en el moment del seu enviament. Aquests vídeos es guarden a la base de dades controlada pel sistema Big Data per tal de poder consultar-les sempre que es necessitin. Per això són necessàries tant les tecnologies del Big Data i el Cloud Computing, com el Internet of Things, per tal de tenir un a única base de dades, que aquesta sigui de fàcil accés i segura i que estigui interconnectada amb qualsevol element, en aquest cas amb les Google Glass. Així s'aconsegueix que la traçabilitat dels productes obtinguda a partir de l'escaneig del coi, les fotos o els vídeos realitzats, quedin enregistrats i guardats en la base de dades, en el núvol.

El funcionament de les Google Glass pot ser de forma manual, utilitzant el dit al lateral de la patilla dreta de les ulleres per tal de poder controlar la interfície (veure Figura 4-5), o per control de veu, lo qual es molt útil per tal de poder realitzar qualsevol tasca tenint les mans lliures (Hands Free).



Figura 4-5. Imatge de l'ús manual de les Google Glass.

Font: [Imatge realitzada durant la reunió amb Andreu Ibáñez, el 4 de Juny de 2020]

Actualment aquestes ulleres ja s'estan fent servir per aquest mateix propòsit en una empresa de cerveses nacional amb resultats molt favorables.

Entrant en altres aplicacions de les Google Glass, Andreu Ibáñez, juntament amb altres dels tècnics de desenvolupament d'aquestes Smart Glass, han introduït aquestes ulleres en altres camps com per exemple el camp de la arqueologia. Actualment s'estan fent servir en set jaciments de Catalunya (per exemple, a la Roca dels Bous de Sant Llorenç de Montgay) i al de la Gola d'Olduvai de Tanzania, en els quals hi participen la Universitat Autònoma de Barcelona i el University College de Londres.

La seva aplicació en aquest sector, juntament amb la invenció de un codi QR molt petit implantat en les peces del jaciment arqueològic, permet identificar qualsevol peça sense la necessitat d'assignar un codi de barres de grans dimensions a cada peça, la qual cosa podria fer malbé peces de gran valor. Això permetrà als arqueòlegs accedir a la base de dades de les peces (Siglado DM) mitjançant la descodificació del Datamatrix, identificant les peces i podent veure totes les característiques desitjades d'aquestes (veure Figures 5-5 i 6-5).

Aquestes ulleres també han estat implementades en programes de cuina. Tenen una gran utilitat a l'hora de poder seguir qualsevol tipus de recepta des de la pantalla de les ulleres i així poder tenir les mans lliures per cuinar i no haver d'apartar la mirada del plat, en comparació amb els mètodes tradicionals com seguir un llibre de receptes o un vídeo en una tablet o en la televisió.



Figura 5-5. Imatge de l'aplicació de les Google Glass en arqueologia.

Font: [https://www.andreuibanez.com/2013/siglado-arqueologico-aplicacion-google]

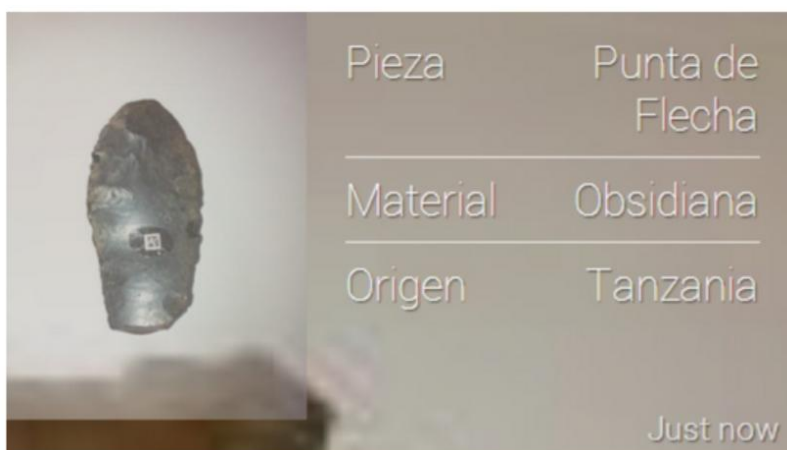


Figura 6-5. Imatge de les característiques d'un objecte d'un jaciment arqueològic a través de les Google Glass.

Font: [https://www.andreuibanez.com/2013/siglado-arqueologico-aplicacion-google]

6 | CONCLUSIONS

Part 6. Conclusions

L'elaboració del present document ha suposat tot un repte; la raó no és una altra que l'extensa i massiva informació que actualment existeix de les tecnologies de la indústria 4.0 i la logística com a principal camp d'aplicació d'aquestes. Això es reflecteix en les nombroses referències bibliogràfiques que s'han consultat per elaborar aquest treball. La selecció i filtració de les fonts bibliogràfiques requereix un treball meticulós i d'aprenentatge, ja que cada vegada són més les aplicacions desenvolupades en el camp de la logística gràcies a l'aplicació de les tecnologies de la indústria 4.0.

Pel que fa a l'estructura del document, s'han volgut plasmar idees i coneixements bàsics dels principals temes a tractar: indústria 4.0 i logística. La indústria 4.0 ha suposat tota una revolució i no sols en l'àmbit industrial, per això s'ha volgut dedicar un capítol a desenvolupar i explicar el per què sorgeix aquesta revolució i quines són les tecnologies sobre les quals se sustenta. Així mateix, la logística i la seva conceptualització es desenvolupen en el tercer capítol d'aquest document, amb el propòsit final de contextualitzar la mateixa i conèixer quin és el seu fonament, origen, evolució i quins són els diferents tipus de logística que es poden trobar actualment.

Posteriorment, s'ha volgut tractar de forma més específica les diferents aplicacions que poden ser executades en el camp de la logística, incloent exemples concrets d'empreses que actualment empren aquestes eines, obtenint avantatges competitiu i, amb això millorar i maximitzar la seva rendibilitat. Sens dubte, la recerca d'exemples concrets pel que fa a les operacions logístiques realitzades mitjançant la implantació de tecnologies de la I4 desenvolupades per empreses, ha resultat la tasca més complexa i alhora més interessant d'aquest document. Per això, s'ha dedicat aproximadament la meitat del treball a explicar les tecnologies i realitzar un estudi de les seves aplicacions logístiques.

A priori sembla impensable per a les empreses del sector logístic puguin aplicar tecnologies com, per exemple, la Realitat Augmentada i algoritmes Deep Learning per a la detecció de sots en l'asfalt, però són moltes les organitzacions que estan implantant tècniques com aquesta o similars. Per això, aquest document té com a fonament que l'usuari que el llegeixi aprengui i conegui tot aquest paradigma tecnològic, i fins i tot pugui extreure aplicacions del mateix per al seu entorn laboral, de recerca, etc.

Com ja s'ha comentat al llarg del present document, la indústria 4.0 es mostra com un canvi en el paradigma industrial, empresarial i social. La presentació de les noves tecnologies i l'adopció de les mateixes per part de les companyies, suposa un dels majors reptes que presenten les organitzacions. Les principals tecnologies de la I4, com el IoT, Big Data, Cloud Computing... permetran millorar l'eficiència i competitivitat dels processos i de les organitzacions.

Per això, la indústria 4.0 busca crear nous models de negoci i optimitzar els ja existents, reorganitzant les cadenes de valor industrial, de tal forma que s'aconsegueixi la consolidació de la transformació digital. Només aquelles organitzacions que disposin dels recursos necessaris per a dur a terme aquesta transformació, podran aconseguir-ho.

No obstant això, no sols és qüestió de inversió de capital, és a dir, les grans empreses que disposen, en general, d'un volum de recurs econòmic important i que han invertit en l'aplicació de les tecnologies de la I4, no han aconseguit una transformació digital completa i eficaç. Aquest és un dels reptes als quals avui dia s'enfronten les empreses, per això, recorren a organitzacions, com a consultories, per a demanar la informació necessària que els permeti ajudar a obtenir el màxim rendiment i benefici de l'aplicació de la I4.

El motiu és la falta de coneixements dels líders executius de les organitzacions. Aquests no han aconseguit dur a terme una transformació a nivell d'execució i de presa de decisions, és a dir, un canvi en la conceptualització de la manera en la qual es prenen les decisions. Per això, és vital que els executius adquireixin les competències i capacitats que exigeix la I4 per poder transmetre a la resta d'empleats de les plantes.

Tal i com s'exposa en el segon capítol, la conscienciació és vital en les organitzacions per aconseguir una implantació robusta de la digitalització en el model de negoci d'aquestes. Per això, els executius han de centrar tots els seus esforços en desenvolupar les capacitats al màxim del personal qualificat (capaç d'exercir les funcions requerides de la implementació de la I4), i dotar dels mitjans i formació necessària als treballadors no qualificats.

La implementació de les tecnologies I4 portarà llocs de treball amb un nivell de competència i qualificació, que seran exercits pel que es coneix com el treballador del futur, i així ho apunten els experts: aquell capaç de filtrar la informació, prioritzar les tasques i prendre les decisions de manera conjunta, és a dir, fomentar el treball en equip.

La gestió de la cadena de subministrament, el lliurament urgent, el comerç electrònic, la logística inversa, etc., són totes les formes d'operacions logístiques que han anat millorant i evolucionant significativament gràcies a l'adopció de les tecnologies emergents de la indústria 4.0, que, al seu torn, estan contribuint en la transformació digital del transport i la logística, convertint-se així en la logística 4.0.

L'aplicació de les tecnologies de la I4 en el sector logístic, busca satisfer la demanda dels clients i optimitzar l'ús de recursos, de tal forma que les organitzacions puguin millorar els seus processos i obtenir el seu màxim rendiment i avantatge competitiu davant de la resta d'organitzacions.

Ens trobem en un mercat cada cop més globalitzat i interconnectat en el qual la competitivitat entre les organitzacions és vital per a impulsar la millora contínua dels seus processos, productes, la inversió en innovació i desenvolupament mitjançant l'estreta col·laboració amb instituts, universitats i centres de recerca.

Pel que fa a la part pràctica realitzada, és evident que no s'ha pogut realitzar el estudi de camp desitjat, a causa de la pandèmia del Coronavirus. Tot i això, la possibilitat de fer la visita al magatzem de l'empresa Logaritme ha ajudat a veure com una empresa dedicada a la logística implementa algunes de les tecnologies de la indústria 4.0 explicades en el present document i de forma molt similar als exemples que es mostren en aquest. També ha estat profitosa per tal de poder veure que tot i tenir una gran quantitat de processos automatitzats dins del magatzem, és molt difícil aconseguir un 100% d'automatització i control de processos mitjançant tecnologies de la I4, ja que això incorreria amb un elevat cost d'inversió.

Tot i no realitzar el estudi de camp, sí que s'ha realitzat una proposta de millora concreta pel que fa al procés del picking, mitjançant la implementació de les Google Glass, tal i com fan altres empreses del sector.

També es pot concloure que les Google Glass són una eina realment útil a l'hora d'implementar-les en aquests processos logístics ja que augmenten l'eficiència d'aquests processos fent que siguin més ràpids, còmodes i senzills.

Com a possible futur projecte es planteja la realització d'un projecte d'implantació real de les Google Glass en els processos de picking del magatzem de l'empresa Logaritme visitat.

7 | BIBLIOGRAFIA

Part 7. Bibliografia

Documents bibliogràfics:

- [1] Abduljabbar, R., Dia, H., Liyanage, S., & Bagloee, A. (2019). Applications of Artificial Intelligence in Transport: An Overview. MPID, 11(189), 1-24.
- [2] Alsina, A. (31 de Gener de 2018). Beneficios del IoT o Internet of Things aplicado a la logística. Consultat el 24 d'Abril de 2020, de iebs: <https://www.iebschool.com/blog/internet-of-things-sector-logistica/>
- [3] Álvarez, H. (2014). Elementos básicos de logística. Soporte para las cooperativas. Cooperativismo y Desarrollo, 2(1), 1-15.
- [4] Álvarez-Palau, E. J., & Viu, R. M. (2018). La logística del mañana: retos y oportunidades en la era digital. Oikonomics, 13-26. Extret de http://oikonomics.uoc.edu/divulgacio/oikonomics/_recursos/documents/09/Oiko
- [5] Arriola, I. (2018). Detección de objetos basada en Deep Learning. Facultad de Informática, Ingeniería computacional y sistemas inteligentes. País Vasco: Universidad del País Vasco.
- [6] Ashton, K. (2009). That Internet of Things. Thing in the Real World Things Matter More than Ideas. Hannover. Consultat el 15 d'Abril, 2020: <https://www.rfidjournal.com/articles/view?4986>
- [7] Augmented Reality in Logistics changing the way we see logistics – a DHL perspective (2014).
- [8] Ballesteros, P., & Ballesteros, D. (2008). Importancia de la administración logística. Scientia et Technica.
- [9] Ballou, R. H. (2004). Logística. Administración de la cadena de suministro (5 ed.). México: Pearson.
- [10] Barroso, G. (2018). Hacia una fabricación aditiva más competitiva, eficiente y sostenible. Consultat el 10 de Març de 2020: <https://www.innova-spain.com/hacia-unafabricacion-aditiva-mas-competitiva-eficiente-sostenible/>
- [11] BBVA. (2018). Beneficios y aplicaciones del Big Data. Consultat el 1 d'Abril de 2020, de BBVA: <https://bbvaopen4u.com/es/actualidad/beneficios-y-aplicaciones-del-big-data>

- [12] BMW Group. (2019). Industry 4.0. Digitalización en la producción. Consultat el 13 de Març de 2020, de BMW Group: <https://www.bmwgroup.com/en/innovation/innovation-company/industrie-4-0.html>
- [13] Borgi, T., Abed, M., & Zoghlami, N. (2017). Big Data for Transport and Logistics : A Review. International Conference on Advanced Systems and Electric Technologies (IC_ASET), (pp. 44-49). Hammamet, Tunisia. doi:10.1109/ASET.2017.7983742
- [14] Botero, J. L. (2015). Alternativas de software para simulación en logística. Obtingut de l'Editorail. Logsitica. LA: <https://editorial.logistica.la/2015/07/29/software-libre-scm/>
- [15] Buisán, M., & Valdés, F. (2017). La Industria Conectada 4.0. La Economía Digital en España, ICE(898), 89-99. doi:10.32796/ice.2017.898.1963
- [16] Calvo, J., Guzmán, M. A., & Ramos, D. (2018). Machine Learning, una pieza clave en la transformación de los modelos de negocio. Managment Solution. Consultat el 18 de Març, 2020: <https://www.managementsolutions.com/sites/default/files/publicaciones/esp/machine-learning.pdf>
- [17] Castelló, M. A. (2017). Distinguir entre ambición y realidad en i4.0. Consultat el 4 de d'Abril, 2019: <https://home.kpmg/es/es/home/tendencias/2017/06/industria-4-0-entreambicion-realidad.html>
- [18] Companik, E., Gravier, M., & Farris, M. (2018). FEASIBILITY OF WAREHOUSE DRONE ADOPTION AND IMPLEMENTATION. Research Gate, 1-10.
- [19] Correa, A., & Gómez, R. A. (2009). Tecnologías de la Información en la cadena de suministro. Dialnet, 76(157), 37-48.
- [20] Correa, A., Gómez, R. A., & Cano, J. A. (2010). Gestión de almacenes y tecnologías de la información y comunicación (TIC). Dialnet, 1-7.
- [21] Coyle, J. J., Langley, C. J., Novack, R., & Gibson, B. (2012). Supply Chain Management: A Logistics Perspective (9 ed.). South-Western.
- [22] Craig, R., Carter, & Lisa, M. (1998). Reverse Logistics: a review of the literature and framework for future investigation. Journal of Business Logistics, 19(1), 85-90.

- [23] De Brito, M. P., & Dekker, R. (2003). A framework for Reverse Logistics. ERIM Report Series Research in Management, 20-29.
- [24] Desjardins, J. (2018). Amazon and UPS are betting big on drone delivery. Consultat el 25 de Febrer de 2020, de Business Insider: <https://www.businessinsider.com/amazon-andups-are-betting-big-on-drone-delivery-2018-3?IR=T>
- [25] Dipole. (2018). ETIQUETAS RFID DECATHLON, INDITEX Y EL CORTE INGLES. Consultat el 13 de Març, 2020, de Dipole, RFID: <https://www.dipolerfid.es/es/blog/etiquetas-rfid-decathloncorte-ingles-inditex>
- [26] Dufour, P., & Gacoin, J. (2018). WAREHOUSE INVENTORY USING DRONES. Levallois-Perret: GEODIS and deltadrone.
- [27] EAE. (2016). La Globalización: consecuencias en el área logística. Consultat el 6 d'Abril, 2020, de EAE. Business School: <https://retos-operaciones-logistica.eae.es/laglobalizacion-consecuencias-en-el-area-logistica/>
- [28] EAE. (2018). Blockchain: la revolución llega a la cadena de suministro. Consultat el 13 de Març, 2020, from EAE, Business School: <https://retos-operacioneslogistica.eae.es/blockchain-revolucion-en-la-cadena-cadsuministro/>
- [29] EAE. (2018). Machine learning en las empresas de logística. Consultat el 15 d'Abril, 2020, de EAE. Business school: <https://retos-operaciones-logistica.eae.es/machine-learningen-las-empresas-de-logistica/>
- [30] ED. (2017). Economía Digital. Consultat el 15 d'Abril, 2020, de Tecnología y Tendencias: https://www.economiadigital.es/tecnologia-y-tendencias/alibaba-big-dataeconomia-actual_408258_102.html
- [31] EFE. (2016). Inditex se apoya en la tecnología RFID para mejorar su servicio. elEconomista. Consultat el 15 d'Abril, 2020, de <https://www.eleconomista.es/empresasfinanzas/noticias/7417573/03/16/Inditex-se-apoya-en-la-tecnologia-RFID-paramejorar-su-servicio.html>
- [32] Europa Press. (2018). Economía y Finanzas. Recuperado el 5 de Mayo de 2019, de <https://www.europapress.es/economia/noticia-digitalizacion-responsable-30crecimiento-economia-espanola-minsait-20180925104818.html>

- [33] Evans , D. (2011). Internet de las cosas. Cómo la próxima evolución de Internet lo cambia todo. Cisco Internet Business Solutions Group (IBSG). Consultat el 15 d'Abril, 2020, de https://www.cisco.com/c/dam/global/es_mx/solutions/executive/assets/pdf/internet-of-things-iot-ibsg.pdf
- [34] expansión, P. d. (2018). Expansión. Consultat el 15 d'Abril, 2020, de l'economía digital: <http://www.expansion.com/economiadigital/companias.html>
- [35] Fan, J., Han, F., & Liu, H. (2014). Challenges of Big Data analysis. National Science Review, 293– 314.
- [36] Fené, T. (2019, Abril). carrefour-nestlé blockchain: technology for food transparency with mousline. Consultat el 20 d'Abril, 2020, from Press release Nestlé: <https://www.nestle.com/asset-library/documents/media/news-feed/nestle-carrefour-mousline-puree-blockchain-pr-april-2019.pdf>
- [37] Gao , M., & Feng , Q. (2009). Modeling and Forecasting of Urban Logistics Demand Based on Support Vector Machine. Second International Workshop on Knowledge Discovery and Data Mining, (pp. 793-796). Moscow, Russia.
- [38] García, P. (2 de Mayo de 2018). Logística 4.0: la revolución tecnológica en la cadena de suministro. (izertis, Productor) Consultat el 20 d'Abril, 2020, de <https://transformaciondigital.izertis.com/blog/logistica-4.0-la-revoluciontecnologica-en-la-cadena-de-suministro>
- [39] Gates, D., & Bremicker, M. (2017). Beyond the hype: Separating ambition from reality in i4.0. KPMG International. Consultat el 20 d'Abril, 2020, de <https://assets.kpmg/content/dam/kpmg/es/pdf/2017/05/beyond-the-hype-industry4-0.pdf>
- [40] GEFCO. (2019, Junio 19). Inventarios de almacén utilizando drones. Consultat el 2 de Maig, 2020, from GEFCO: <https://es.gefco.net/es/murodenoticias/detail/news/inventarios-dealmacen-utilizando-drones/>
- [41] Geiger, J. (2018). Smartglasses for the Virtual Workplace. Consultat el 2 de Maig, 2020, from <https://www.dekra-solutions.com/2018/03/smartglasses-for-the-virtualworkplace/?lang=en>
- [42] Genovesi, S., Costa, F., Borgese, M., Dicandia, F. A., Monorchio, A., & Manara, G. (2017). Chipless RFID Sensor for Rotation Monitoring. IEEE International Conference on RFID Technology & Application (RFID-TA), (pp. 233-236). Warsaw, Poland.

- [43] Gesing, B., Peterson, S., & Michelsen, D. (2018). Artificial intelligence in logistics. Troisdorf, Germany: DHL Customer Solutions & Innovation. Consultat el 2 de Maig, 2020, de <https://www.logistics.dhl/content/dam/dhl/global/core/documents/pdf/gloartificial-intelligence-in-logistics-trend-report.pdf>
- [44] Glockner, H., Jannek, K., Mahn, J., & Theis, B. (2014). Augmented reality in Logistics. Changing the way we see logistics- a DHL perspective. Troisdorf, Germany: DHL Trend Research.
- [45] GTG ingenieros. (2018). Cinco beneficios de la Industria 4.0. Consultat el 2 de Maig, 2020, de <https://gtg.es/2018/03/06/cinco-beneficios-la-industria4-0/>
- [46] Guide, V. D., & Van Wassenhove, L. N. (2002). The Reverse Supply Chain. *Hary Bus*(80), 25-26.
- [47] Himperich, F. (2007). Applications of Augmented Reality in the Automotive Industry. *Citiseer*, 1-12. Consultat el 2 de Maig, 2020, de <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.95.1415&rep=rep1&type=pdf>
- [48] Hock, J., Goh, C., Flores, A., & Yun, L. (2017). Energy efficient through life smart design, manufacturing and operation of ships in industry 4.0. University of Glasgow and Sembcorp Marine Ltd, Environment School of Engineering, Singapore.
- [49] IVACE. (2016). Informe sobre el Estado del Arte de la Industria 4.0. Valencia: Sistemas Avanzados de eficiencia productiva para la Industria 4.0 , Generalitat Valenciana.
- [50] Jianli, S. (2012). Design and Implementation of IOT -Based Logistics Management System . *IEEE*, 603-606.
- [51] Johns, V. (2018, Diciembre 13). BMW aumenta el ritmo de la Industria 4.0. Consultat el 2 de Maig, 2020, from Automotive Logistics: <https://automotive.logistics.media/es/noticias/bmw-aumenta-el-ritmo-de-la-industria-4-0>
- [52] Knight, W. (2018, Enero 16). Los robots más inteligentes que nos acompañarán en 2018. Consultat el 2 de Maig, 2020, from MIT Technology Review: <https://www.technologyreview.es/s/9915/los-robots-mas-inteligentes-que-nosacompanaran-en-2018>

- [53] Lafuente, R. (2011). La fabricación aditiva conduce a una nueva revolución industrial. Consultat el 28 de Febrer, 2020, de https://www.tendencias21.net/La-FabricacionAditiva-conduce-a-una-nueva-revolucion-industrial_a8558.html
- [54] Lambert, D. M. (2004). The Eight Essential Supply Chain Management Processes. *Supply Chain Management Review*, 18-26.
- [55] LeCun, Y., Bengio, Y., & Hinton, G. (2015). Deep learning. *Nature*(521), 436-444.
- [56] Leriche, D., Oudani, M., Cabani, A., Hoblos, G., Mouza, J., Boukachour, J., & Hilali Alaoui, A. (2015). Simulating new logistics system of Le Havre Port. *ELSEVIER*, 48(3), 418-423.
- [57] Li , W., Li, S., Zhang, X., & Pan , Q. (2018). Optimization Algorithm Research of Logistics Distribution Path Based on the Deep Belief Network. 17th International Symposium on Distributed Computing and Applications for Business Engineering and Science (DCABES), (pp. 60-63). Wuxi, China.
- [58] Li, S., Yan , J., & Li, L. (2018). Automated Guided Vehicle: the Direction of Intelligent Logistics. *IEEE International Conference on Service Operations and Logistics, and Informatics (SOLI)*, (pp. 250-255). Singapore, Singapore. doi:10.1109/SOLI.2018.8476726
- [59] Lin, Y.-S., Zhang , Y., Lin , I.-C., & Chang, C.-J. (2018). Predicting Logistics Delivery Demand with Deep Neural Networks. 7th International Conference on Industrial Technology and Management (ICITM), (pp. 294-297). Oxford, UK. doi:10.1109/ICITM.2018.8333964
- [60] López, J. (2010). Incorporación de la Logística Inversa en la cadena de suministros y su eficiencia en la estructura organizativa de las empresas. Tesis , Universidad de Barcelona, Barcelona.
- [61] Lowe's. (2016, Agosto 2016). Lowe's Home Improvement. Retrieved from Youtube:https://www.youtube.com/watch?time_continue=58&v=hP3yfGHTX
- [62] Lv, H., & Tang, H. (2011). Machine Learning Methods And Their Application Research. *International Symposium on Intelligence Information Processing and Trusted Computing*, (pp. 108-110). Wuhan, Hubei, China. doi:DOI 10.1109/IPTC.2011.34

- [63] Macaulay, J., & Kückelhaus, M. (2015). Internet of Things in logistics. Troisdorf, Germany: Cisco Consulting Services & DHL Trend Research.
- [64] Maestre, R. J. (2018, Noviembre 15). Blockchain en el sector de la logística: trazabilidad y transparencia. Consultat el 2 de Maig, 2020, from iebs: <https://www.iebschool.com/blog/blockchain-logistica/>
- [65] Maria, A. (1997). INTRODUCTION TO MODELING AND SIMULATION. Winter Simulation Conference (pp. 7-13). Binghamton: State University of New York at Binghamton.
- [66] Meindl, P., & Chopra, S. (2008). Administración de la cadena de suministro: Estrategia, Organización y Operación (3 ed.). México: Pearson Education.
- [67] Midrack, R. L. (15 de Marzo de 2019). Lifewire. Consultat el 22 d'Abril, 2020, de <https://www.lifewire.com/amazon-delivery-drones-4155300>
- [68] Ministerio de Industria, Comercio y Turismo. (2017). La industria conectada 4.0. Consultat el 22 d'Abril, 2020, de <http://www.industriaconectada.com>
- [69] Murauer, N., & Gehrlicher, S. (2018). Evaluation of Order Picking Processes Regarding the Suitability of Smart Glasses-Based Assistance Using Rasmussen's Skills-RulesKnowledge Framework. Advances in Intelligent Systems and Computing, AISC, 793, 1324. Consultat el 22 d'Abril, 2020, de https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-94196-7_2
- [70] Naidi, V., Mudliar, K., Naik, A., & Bhavathankar, P. P. (2018). A Fully Observable Supply Chain Management System Using Block Chain and IoT. 3rd International Conference for Convergence in Technology (I2CT), (pp. 1-4). Pune, India. doi:10.1109/I2CT.2018.8529725
- [71] Nakasumi, M. (2017). Information Sharing for Supply Chain Management based on Block Chain Technology. 19th Conference on Business Informatics (CBI), (pp. 140-149). Thessaloniki, Greece. doi:10.1109/CBI.2017.56
- [72] Oltra, R. F. (2013). La Logística inversa: Diferencias con la logística directa. Universitat Politècnica de València, Organización de Empresas, Valencia.
- [73] Pérez, M., Saucedo, J. A., Salais, T. E., & Marmolejo, J. A. (2017). Caracterización de modelo de negocio en el marco de industria 4.0. Congreso Internacional de Logística y Cadena de Suministro (pp. 1-11). México: Asociación Mexicana de Logística y Cadena de Suministro.

- [74] Pirzadeh, P., Carey, M., & Westmann, T. (2017). A Performance Study of Big Data Analytics Platforms. International Conference on Big Data (Big Data), (pp. 2911-2920). Boston, MA, USA. doi:10.1109/BigData.2017.8258260
- [75] Ramirez, D. J. (2017). La importancia del Internet de las cosas en el transporte y la distribución. CISCIM, 1-9.
- [76] Rastogi, R. (2017). Machine Learning @ Amazon. The 41st International ACM SIGIR Conference on Research & Development in Information Retrieval, (pp. 1337-1338). New York, NY, USA. doi:10.1145/3209978.3210211
- [77] Renault. (2019). Renault truck adopts drone inventory and photography solutions. Consultat el 22 d'Abril, 2020, from Renault Trucks: <https://corporate.renault-trucks.com/en/pressreleases/renault-trucks-adopts-drone-inventory-and-photography-solutions.html>
- [78] Rentero, A. (2018). La logística Inversa: ¿qué es y para qué sirve? Consultat el 22 d'Abril, 2020, de <https://www.hiberus.com/crecemos-contigo/la-logistica-inversa-que-es-y-para-que-sirve/>
- [79] REVLOG. (2004). European Working Group on Reverse Logistics. Consultat el 18 de Març, 2020, from <https://www.rev-log.com/>
- [80] Rüßmann, M., Lorenz, M., Gerbert, P., Waldner, M., Justus, J., Engel, P., & Harnisch, M. (2015). The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries. The Boston Consulting Group.
- [81] Scott, J. E., & Scott, C. H. (2017). Drone Delivery Models for Healthcare. 50th Hawaii International Conference on System Sciences, (pp. 3297-3304). Hawaii, USA.
- [82] Shah, S., Naghi Ganji, E., Mabbott, O., & Bate, J. (2018). Innovation and I4.0 Management in Connected and Autonomous Automotive Manufacturing. International Conference on Engineering, Technology and Innovation (ICE/ITMC), (pp. 1-8). Stuttgart, Germany. doi:10.1109/ICE.2018.8436262
- [83] Stocklogistics. (2018). Los usos del Blockchain en la logística. Consultat el 18 de Març, 2020, from stocklogistics: <https://www.stocklogistic.com/blockchain-logistica/>

- [84] Su, J., Wang, C., Mo, Y., Zeng, Y., Chang, W., Chen, L., Chuang, C. (2017). An intelligent Logistics Systema Based in Internet of Things. IEEE, 331-334.
- [85] White, M. (2018). Blockchain Pulse: IBM Blockchain Blog. Consultat el 18 de Març, 2020, from IBM: <https://www.ibm.com/blogs/blockchain/2018/01/digitizing-global-trade-maerskibm/>
- [86] Young, Y., Long, Y., & Taylor, M. (2005). The role of transportation in logistics chain. (T. E. Stusies, Ed.) Dialnet, 5, 1657-1672.
- [87] Zhong, R., Lan, S., Dai, Q., & Huang, G. (2016). Visualization of RFID-enabled shopfloor logistics Big Data in Cloud Manufacturing. The International Journal of Advanced Manufacturing Tecnology, 84(4), 5-16.